FACULDADE ESTÁCIO ATUAL
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

BRUNO ANDRÉ DA SILVA VELASCO
JORI IAN PINHEIRO GOMES
LEYDE DAYANE MARTINHO DE ANDRADE
MAYKON DIEGO SILVA RIBEIRO

APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL NO AUXÍLIO AO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA ESPACIAL

BOA VISTA – RR
2011

BRUNO ANDRÉ DA SILVA VELASCO

JORI IAN PINHEIRO GOMES

LEYDE DAYANE MARTINHO DE ANDRADE

MAYKON DIEGO SILVA RIBEIRO

APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL NO AUXÍLIO AO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA ESPACIAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para a obtenção de título de Bacharel em Sistemas de Informação pela Faculdade Estácio Atual.

Orientador: Professor Msc. Wender Antonio Silva

BOA VISTA – RR

2011.1

FOLHA DE APROVAÇÃO

BRUNO ANDRÉ DA SILVA VELASCO

JORI IAN PINHEIRO GOMES

LEYDE DAYANE MARTINHO DE ANDRADE

MAYKON DIEGO SILVA RIBEIRO

APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA ESPACIAL

Boa Vista – RR, de junho de 2011.

Banca Examinadora:

_____

Prof. Msc. Wender Antonio Silva

Orientador

_____

Profª. Esp. Jose Cesar Silva de Cerqueira

Membro

_____

Profº. Ornélio Hinterholtz Junior

Membro

Dedicamos este trabalho primeiramente à Deus nosso criador, aos nossos familiares, amigos e professores que tanto colaboraram para o sucesso deste trabalho.

Agradecemos aos nossos professores que no decorrer deste curso nos incentivaram a prosseguir. Em especial ao Profº. Msc. Wender A. Silva que nos momentos mais difíceis nos apoiou.

“A era da informação é também a era da educação, ou seja, a educação e as tecnologias devem caminhar juntas para que possam atender às necessidades contemporâneas.**” (SANTANA, 2010)**

RESUMO

Vivemos em dias nos quais o avanço tecnológico pode ser percebido em várias áreas do conhecimento (medicina, engenharia, informática, etc.), porém, a área educacional apresenta poucas ou quase nenhuma mudança nesse sentido. Contudo, percebe-se que as novas gerações exigem de forma direta ou indireta tais mudanças, principalmente no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem da matemática, mais precisamente da Geometria Espacial. Pode-se perceber muita dificuldade de aprendizagem por parte dos alunos e de ensino por parte dos professores, já que a metodologia de ensino na maioria das vezes é quadro e giz. Esse fator desencadeou o objetivo deste trabalho que é a elaboração de um ambiente virtual baseado em realidade virtual e na teoria da aprendizagem significativa para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da Geometria Espacial. Tendo como justificativa a importância da tecnologia na educação, pois a Realidade Virtual pode proporcionar alto nível de interação e imersão simplificando assim o processo de ensino-aprendizagem. Para tanto necessitou-se de pesquisas bibliográficas e de campo nas quais foram consultados livros, teses, artigos, 30 (trinta) alunos e 5 (cinco) professores do Curso de Licenciatura em Computação da Faculdade Estácio Atual. Sendo assim tornou-se possível concluir que o software educacional voltado para o auxílio ao processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de Geometria Espacial é de suma importância, pois o mesmo pode proporcionar uma visualização em um ambiente tridimensional dos objetos estudados permitindo ainda que o aluno possa contextualizar as figuras expostas com objetos do seu dia-a-dia. Fazendo assim uso do seu conhecimento prévio para conceber a ideia repassada pelo professor na aula de Geometria Espacial.

Palavras-chave: realidade virtual; ensino-aprendizagem; conhecimento prévio; geometria espacial; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

We live in days in which technological advances can be seen in several areas of knowledge (medicine, engineering, computers, etc.); however, the educational area has little or almost no change regarding itself. However, it is clear that the new generations require such direct or indirect changes, particularly with regard to the teaching-learning of mathematics, more precisely the Spatial Geometry. Considerable difficulties in learning can be noticeable by students as well as teaching by educators, once the teaching methodology in most cases consists of a blackboard and chalk. This factor led the purpose of this study, which is the development of a virtual environment based on virtual reality and the theory of meaningful learning to assist the teaching-learning process of Spatial Geometry. Having as its justification the importance of technology in the educational field, because the Virtual Reality can provide a high level of interaction and immersion it then simplifies and enhances the process of teaching and learning. For doing so, bibliographical and field researches, among them books, theses, articles, 30 (thirty) students and five (5) professors of the Computer Science bachelor's degree course at Estacio Atual college. Therefore it became possible to conclude that the educational software aimed to help users in the process of teaching and learning the contents of spatial geometry is highly important since it can provide visualization of the objects in study into a three-dimensional environment while allowing the students to contextualize the figures with exposed objects from their day-to-day, what requires the use of their prior knowledge to conceive the ideas instructed by the professor during the Spatial Geometry classes.

Keywords: spatial geometry, virtual reality; educational software; teaching-learning; meaningful learning.

LISTA DE SIGLAS

ASCII.....American Standard Code for Information Interchange
CMS …… Course Management System
GERVI.....Geometria Espacial e Realidade Virtual
GLP…….....Gnu Licence Public
GNU……. ……Gnu is Not Unix
HDM.....Head-Mounted Display
UFRGS.....Universidade Federal do Rio Grande do Sul
VRML…….. Virtual Reality Modeling Language
WWW…….. World Wide Web

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa Conceitual 26
Figura 2 - O uso do Construct3D.....32
Figura 3 - Interface do ambiente colaborativo Realidade Virtual 33
Figura 4 - A visualização de conceitos posterior.....34
Figura 5 - Experiência de campo e potencial elétrico 35
Figura 6 - Distintas posições do plano de corte e do cubo 36
Figura 7 - Trapézio conseguindo intersectar a face inferior do cubo 37
Figura 8 - Trapézio conseguindo intersectar a face superior do cubo 37
Figura 9 - Construção de um cubo 38
Figura 10 - Construção dos objetos virtuais 39
Figura 11 – Diagrama de Caso de Uso.....43
Figura 12 - Objetos geométricos modelados no Vivaty Studio 1.0 49
Figura 13 - parte da implementação da chamada do objeto CUBO 50
Figura 14 - parte da implementação da chamada do objeto CONE 50
Figura 15 - parte da implementação da chamada do objeto CILINDRO.....51
Figura 16 – parte da implementação da chamada do objeto ESFERA.....51
Figura 17 - Esquema dos menus do objeto CUBO na cena gráfica. 52
Figura 18 – Relação dos objetos virtuais por menus interativos.....53
Figura 19 – Código que liga o menu com a função javascript. 54
Figura 20 – Exibição de configurações mínimas de hardware 55
Figura 21– Exibição dos softwares e configurações necessários para exibição do GERVI 56
Figura 22 – Interface da Aplicação de Realidade Virtual. 56
Figura 23 – Interação: selecionando o objeto virtual na barra de menu inferior 58
Figura 24 – Exibição das arestas do cilindro 58
Figura 25 – Exibição das fórmulas do cilindro 59
Figura 26 – Visualização dos DETALHES do objeto cilindro. 59
Figura 27 – Plano interseção em um cilindro.....60
Figura 28 – Outras funcionalidades do software.....60
Figura 29 - Gráfico: Finalidade (Eficiência).....61
Figura 30 – Gráfico: Interface (Usabilidade) 62
Figura 31 – Gráfico: Facilidade de Uso (Funcionalidade).....62

Figura 32 – Gráfico: Nível de interação com os objetos disponíveis na cena.....63
Figura 33 – Gráfico: Manipulação dos objetos virtuais disponíveis na cena.....64
Figura 34 – Gráfico: Manipulação de menus interativos.....64
Figura 35 – Gráfico: Colaboração entre usuário.....65
Figura 36 – Gráfico: Aquisição de conhecimento 66
Figura 37 – Gráfico: Objetos virtuais na cena.....66
Figura 38 – Gráfico: Número de funções existentes no sistema 67
Figura 39 – Gráfico: Confiança que o sistema executa o que foi pedido.....68
Figura 40 – Gráfico: Número de passos necessários para a realização.....68
Figura 41 – Gráfico: Controle de atividade 69
Figura 42 – Gráfico: Possibilidade de visualização do que foi executado 70
Figura 43 – Gráfico: Visão Geral do Sistema 70

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Comparação e Contribuição do Software Proposto..... 40
TABELA 02 – Selecionar Objeto para a Visualização..... 44
TABELA 03 – Visualizar Arestas..... 44
TABELA 04 – Exibir Fórmula..... 44
TABELA 05 – Exibir Detalhes..... 45
TABELA 06 – Controlar Transparência..... 45
TABELA 07 – Exibir Plano de Corte..... 46
TABELA 08 – Controlar Translação..... 46
TABELA 09 – Controlar Rotação..... 47
TABELA 10 – Manipular Largura..... 47
TABELA 11 – Manipular Comprimento..... 47
TABELA 12 – Manipular Raio..... 48
TABELA 13 – Manipular Altura..... 48

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 15

2. FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA 18

2.1 O ENSINO DA GEOMETRIA ESPACIAL NO BRASIL E NO MUNDO 18

2.1.1. Utilização de software para o ensino da Geometria Espacial 19

2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS 21

2.3 REALIDADE VIRTUAL 22

2.4 REALIDADE VIRTUAL NA EDUCAÇÃO 23

2.5 REALIDADE VIRTUAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA 24

2.6 TEORIA DA APRENDIZAGEM 25

2.6.1 Teoria da Aprendizagem Versus Softwares Educacionais 27

2.7 TECNOLOGIAS DE APOIO 28

2.7.1 Moodle 28

2.7.2 JavaScript 29

2.7.3 VRML 29

2.7.4 VrmlPad 3.0 30

2.7.5 Vivaty Studio 1.0 30

2.8.2 Construct3D 31

2.8.3 ARCA 32

2.8.4 Associando Realidade Virtual não-imersiva e ferramentas cognitivas para o ensino da Física 34

2.8.5 A tecnologia de Realidade Virtual: recurso real para potencializar a educação 36

2.8.6 Aplicação da Realidade Virtual no ensino aprendizagem de conceito de Matemática....38

2.9 TABELA COMPARATIVA....39

3. METODOLOGIA....41

4. ARQUITETURA DO SISTEMA....43

4.1. ESTUDOS DE CASO DE USO....43

4.1.1 Diagrama de Caso de Uso....43

4.1.2 Descrição de Caso de Uso....44

5. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA....49

5.1 MODELAGEM DE OBJETOS VIRTUAIS....49

5.2 IMPLEMENTAÇÃO DA INTERFACE DE REALIDADE VIRTUAL....49

5.3 IMPLEMENTAÇÃO DAS INTERAÇÕES VIA MOUSE....51

5.4 IMPLEMENTAÇÃO DOS MENUS DA INTERFACE DE REALIDADE VIRTUAL....52

6. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA....55

6.1 REQUISITOS MÍNIMOS....55

6.2 FUNCIONAMENTO DA INTERFACE DE REALIDADE VIRTUAL....56

7. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO SISTEMA....61

7.1 QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS....61

7.2 ENTREVISTA REALIZADA COM OS PROFESSORES....71

7.3 COMENTÁRIOS NEGATIVOS EM RELAÇÃO AO SOFTWARE....72

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS....73

REFERÊNCIAS....73

INTRODUÇÃO

Observando as dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem da Matemática (tendo como base outros trabalhos os quais estão descritos no decorrer deste) e considerando que a Geometria Espacial é um dos temas em que os alunos apresentam maior nível de dificuldade dentre os conteúdos matemáticos. Optou-se por desenvolver uma pesquisa na qual o objetivo geral foi a elaboração de um ambiente baseado em realidade virtual e na teoria da aprendizagem significativa para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da Geometria Espacial, no qual tem-se como foco à princípio a utilização de 4 (quatro) sólidos geométricos básicos(Cubo, Esfera, Cilindro e Cone), sendo passível de continuidade por outros acadêmicos futuramente.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivos específicos: entender o funcionamento do ambiente virtual de aprendizagem (Moodle); modelar em 3D o ambiente de ensino-aprendizagem; elaborar as interações do estudo de caso; testar protótipo com alunos e professores do curso de Licenciatura da Faculdade Estácio Atual. Contudo para o desenvolvimento desse software foi utilizado a tecnologia de Realidade Virtual com o intuito de facilitar a interação do usuário final com o software e o fator que nos levou a optar por essa tecnologia foi a sua utilização em outros trabalhos na área que obtiveram resultado positivo, ou seja, o objetivo proposto foi alcançado.

Portanto, faz-se necessário enfatizar que para desenvolver um software na área educacional a utilização de boas ferramentas de desenvolvimento não são o suficiente, necessita-se estar bem fundamentado em teorias que possam facilitar o

aprendizado do aluno. Essa foi a razão da opção de embasar o trabalho na teoria da aprendizagem significativa.

Sendo assim, justifica-se este trabalho pela importância da tecnologia na educação, pois a Realidade Virtual pode proporcionar alto nível de interação e imersão simplificando assim o processo de ensino-aprendizagem, pois segundo Ausubel citado por Silva (2010, p. 38),

> Aprendizagem Significativa é o processo que ocorre quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado por parte do aluno em ligar a informação nova às estruturas cognitivas e aos referencias simbólicos já existentes.

Kalawski (1993) afirma que, por meio dos ambientes de Realidade Virtual e Aumentada é possível proporcionar ao aprendiz situações lúdicas, tornando as atividades mais motivadoras. A escola não pode ficar de fora deste avanço e fazendo das palavras de Ponte (1997, p. 1) as nossas afirmamos que,

> A missão fundamental da escola já não é a de preparar uma pequena elite para estudos superiores e proporcionar à grande massa os requisitos mínimos para uma inserção rápida mercado de trabalho. Pelo contrário,passa a ser a de preparar a totalidade dos jovens para se inserirem de modo criativo, crítico interveniente numa sociedade cada vez mais complexa, em que a capacidade de descortinar oportunidades, a flexibilidade de raciocínio,a adaptação a novas situações, a persistência e a capacidade de interagir e cooperar são qualidades fundamentais.

O ambiente elaborado possibilita ao aluno uma maior compreensão dos objetos que estão sendo estudados, permitindo assim a visualização desses objetos em três dimensões (altura, largura e profundidade), pois Oliveira et. al. (2008) enfatiza que, a educação pode ser tratada como um processo de descobertas, de observação, de exploração e de construção de conhecimento.

O trabalho foi divido em oito capítulos, descritos resumidamente a seguir:

Capítulo I – Introdução: São apresentadas as considerações iniciais deste trabalho, assim como os objetivos gerais e específicos, a justificativa e, ainda a organização dos capítulos do mesmo.

Capítulo II - Fundamentação Pedagógica: Aborda o referencial teórico com tópicos retratando os seguintes conceitos: O Ensino da Geometria Espacial no Brasil e no Mundo, Contextualização de Problemas Matemáticos, Realidade Virtual, Realidade Virtual na Educação, Realidade Virtual na Educação Matemática, Teoria da Aprendizagem, Tecnologias de Apoio, Trabalhos Relacionados e por fim uma Tabela de Comparação e Contribuição do Trabalho Proposto.

Capítulo III – Metodologia: neste capítulo descrevem-se as metodologias utilizadas para desenvolvimento da pesquisa e do software.

Capítulo IV – Arquitetura do Sistema: apresenta o diagrama e a descrição de cada caso de uso.

Capítulo V – Desenvolvimento do Sistema: descreve a modelagem dos objetos na cena, as implementações de interações com esses objetos e é apresentado parte do código dessas implementações.

Capítulo VI – **Funcionamento do Sistema:** Descreve o funcionamento do sistema proposto.

Capitulo VII – **Resultados e Avaliação do Sistema:** Relata os resultados obtidos com a aplicação do questionário aos alunos e com a elaboração da entrevista realizada com os professores, ambos do curso de Licenciatura da Faculdade Estácio Atual. Esses resultados são mensurados e mostrados em gráficos.

Capitulo VIII – **Considerações Finais:** Apresenta a conclusão do trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA

2.1 O ENSINO DA GEOMETRIA ESPACIAL NO BRASIL E NO MUNDO

A palavra Geometria significa, em grego, medir a terra. Os agrimensores egípcios (2000 a.c) recorriam à Geometria para determinar a área de campos e para delimitar suas terras quando as cheias anuais do Nilo apagavam as marcas anteriores (GIOVANNI; BONJORNO; GIOVANI, 2002)

O grande desafio num mundo em que cada vez mais se fazem sentir os efeitos dos avanços tecnológicos é o preparo adequado das novas gerações e a Geometria é um componente da Matemática extremamente importante na construção desses conhecimentos científicos e tecnológicos, dos quais os cidadãos devem se apropriar (KUENZER, 2005).

Atualmente, muitas profissões utilizam os conceitos geométricos, entre elas pode-se citar a engenharia, a arquitetura, a astronomia, as pesquisas nas ciências exatas, as atividades de uma costureira, de um mestre de obras, por fim são inúmeras. ”Sendo assim, a importância da Geometria é inquestionável, tanto sob o ponto de vista prático quanto do aspecto instrumental na organização do pensamento” (VERONA; LOPES, 2008, p. 2). Devido a essa importância a Geometria Espacial faz parte do currículo escolar das escolas do Brasil e do mundo.

Porém apesar de ser de extrema necessidade o domínio dessa disciplina Costa, Bermejo e Moraes (2009), relatam que no Brasil o processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial tem passado por muitas dificuldades, sejam elas por parte dos professores já que grande parte deles não estão totalmente preparados a ponto de prender a atenção do aluno à aula ministrada em sala, por parte dos alunos que muitas vezes não demonstram interesse em relação ao conteúdo das aulas e também pela má qualidade da estrutura oferecida pelos governantes às escolas públicas no Brasil.

Portanto é possível afirmar que o processo de ensino-aprendizagem da Geometria Espacial tem deixado uma grande defasagem em relação aos conhecimentos de Matemática nas escolas brasileiras, tornando com isso cada vez

mais complicado o ingresso de jovens carentes em uma universidade (SOUSA; MELO, 2005).

Geralmente a metodologia de ensino dos professores dessa disciplina, principalmente na rede pública de educação é a utilização de quadro negro e giz, ou seja, utilizam-se de representações planares para representar objetos tridimensionais, tornando o assunto abstrato e dificultando a visualização de objetos tridimensionais (SOUZA; MELO, 2005).

Contudo com as novas mudanças sociais e tecnológicas, as quais geram uma grande variedade de funções no mercado de trabalho, surge a necessidade de repensar as atitudes e estratégias de aprendizado da Matemática (VERONA; LOPEZ, 2008). Para que o uso dessas novas tecnologias de informação e comunicação no contexto escolar seja bem sucedido faz-se necessário segundo Grotto e Salla (2007, p. 2),

> a formação, o envolvimento e o compromisso de todos os protagonistas do processo educacional (professores, diretores, supervisores, coordenadores pedagógicos) no sentido de repensar o processo de ensino-aprendizagem na e para a sociedade do conhecimento.

Sendo assim, educadores e equipe pedagógica devem tomar consciência que a informática faz parte do cotidiano da escola, oportunizando assim aos educando o acesso a tais inovações, tornando-os conhecedores das possibilidades de aprendizagem que esta tecnologia oferece (GROTTO; SALLA, 2007).

2.1.1. Utilização de software para o ensino da Geometria Espacial

“A tecnologia evoluiu trazendo com ela uma crescente mudança para os meios de produção juntamente com os processos educacionais.” (ARAÚJO; ASSUMPÇÃO; ALMEIDA, 2009, p.1). A temática do uso da tecnologia na educação é de fundamental importância para os dias atuais, pois vivenciamos a cada instante o maior envolvimento da sociedade com a mesma e decorrente desta situação Araújo, Assumpção e Almeida (2009, p. 2) afirmam também que,

> A geração que nasce em plena era da informação exige meios bem mais elaborados e atrativos de adquirir conhecimento, pois eles possuem a sua

> disposição o mundo e um emaranhado de tecnologias prontas a lhes proporcionar facilidade, acessibilidade e comodidade.

Estudos realizados na área afirmam que com os métodos tradicionais de ensino o processo de ensino-aprendizagem da Geometria Espacial torna-se maioria das vezes cansativo e desmotivador para os alunos, levando-se em conta que com um quadro e giz é bem difícil para um professor por melhor que seja sua preparação, demonstrar as várias dimensões de uma figura da Geometria Espacial (OLIVEIRA; VELASCO, 2007).

Com o grande avanço tecnológico podemos conceber ideias que até pouco tempo atrás eram apenas realizadas em filmes de ficção científica e graças a esses avanços tecnológicos temos a nossa disposição ferramentas bem elaboradas para o desenvolvimento de novas técnicas de ensino, podendo assim melhorar, facilitar e aumentar o prazer de aprendizagem pelos alunos, já que esse processo tem deixado muito à desejar, principalmente quando o assunto é o ensino-aprendizagem da Geometria Espacial (ARAÚJO; ASSUMPÇÃO; ALMEIDA, 2009).

> Propostas educativas inovadoras buscam integrar teoria e prática, abordando temas inerentes aos diferentes contextos e situações da vida, privilegiando uma didática humanista, integradora com base na pesquisa, reflexão e tomada de decisão. Para tal, lança mão do ferramental tecnológico disponível objetivando potencializar, motivar e facilitar os processos de ensino-aprendizagem (BARRILI; CUNHA, 2009, p. 4).

A informática proporciona a um professor conhecimento sobre os potencias educacionais de um computador. E ser capaz de alternar adequadamente atividades de ensino tradicionais com atividades nas quais é feito a utilização do computador sua aula com certeza será mais produtiva (OLIVEIRA et al. 2008). ”Fica cada dia mais evidente que um software tem o poder de prender a atenção do aluno, tornando a aula mais prazerosa e aumentando a facilidade do aprendizado” (ARAÚJO; ASSUMPÇÃO; ALMEIDA, 2009, p. 8)

> A utilização da informática como apoio ao processo ensino-aprendizagem é sem dúvida um grande e interessante desafio. Nos dias atuais esta perspectiva não pode ser mais ignorada pelas escolas, uma vez que tais tecnologias são instrumentos que possuem um grande potencial pedagógico para os professores. Esta tecnologia pode ser implementada através de sistemas computacionais com enfoque educativo (MENDES; CARVALHO; CARVALHO, 2007, p. 1).

Sendo assim, “os meios tecnológicos são ferramentas que devem estar alicerçados dentro de um sólido modelo pedagógico. Do contrário, o uso da tecnologia pela tecnologia pode resultar em modelos catastróficos do ponto de vista educacional.” (BARILLI; CUNHA, 2009, p. 1).

2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS

O grande insucesso no processo de ensino da Matemática vem causando polêmica e preocupação. Nas décadas de 40 e 50, o ensino era baseado na aprendizagem repetitivo/mecânica ou memorização. Com o passar da década de 60, durante o movimento da “matemática moderna”, tais alterações importantes deram uma nova abordagem a referida disciplina (DIAS, 2009).

Nos anos 80, foram desencadeados muitos debates sobre alterações nos programas curriculares de matemática, nesses debates foram propostas idéias como a utilização da tecnologia e a importância da experiência matemática (DIAS, 2009). Santana (2010, p.1) enfatiza isso afirmando,

> Pode-se perceber que com a modernização da economia, da política, das relações sociais e do conhecimento científico, exige mudanças profundas na educação. A educação é vista como o caminho das transformações sociais, e para que isso aconteça, precisa-se de uma educação de qualidade, comprometida, atualizada e contextualizada, portanto, se faz necessário ensinar e aprender com as novas tecnologias.

O aprendizado começa bem antes de a criança frequentar a escola. Portanto podemos perceber que os recursos tecnológicos que são utilizados nas aulas de Matemática, já foram antes observados ou até mesmo usados pelos alunos, não se trata de algo estranho, mas de um objeto com sua utilidade dentro da escola (SANTANA, 2010).

Uma grande preocupação existente entre a maioria dos educadores é o aluno utilizar o conhecimento adquirido na escola para resolver problemas do seu cotidiano. O Conceito de aprendizagem é complexo, pois há diversos fatores e processos que nos ensinam Matemática, contudo, nós estamos aprendendo, intencionalmente ou não, durante toda a nossa vida (SANTANA, 2010).

> Estudos revelam que criação e aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada e o uso de calculadoras, computadores e outros meios tecnológicos já é uma realidade para uma grande parte da população. Compreendemos ainda que o caráter lógico-matemático pode ser um grande aliado do desenvolvimento cognitivo dos alunos, principalmente à medida que ele permite um trabalho que obedece a distintos ritmos de aprendizado (SANTANA, 2010, p. 2).

2.3 REALIDADE VIRTUAL

Realidade Virtual (RV) é antes de tudo, uma interface avançada do usuário para acessar aplicações executadas no computador, tem como características, a visualização de movimentação em ambientes tridimensionais em tempo real e a interação com elementos do mesmo (TORI; KIRNER; SISCOUTTO apud SILVA, 2000). Podendo também ser definida como a forma mais avançada de interface entre usuário e computador, pois permite interações e experiências de forma ativa e pessoal (OLIVEIRA et al. 2002).

Para Trindade apud Barillli e Cunha (2009, p. 9),

> Na experimentação científica, a manipulação de objetos é fundamental. Sem ela, os alunos dificilmente compreendem o significado e o alcance de uma experiência ou os conceitos que lhe estão subjacentes. Mas, como a manipulação de certos objetos é difícil, perigosa ou dispendiosa, eles poderão ser substituídos por objetos virtuais.

Portanto, fazendo das palavras dos autores as nossas afirmamos,

> Para cada estilo, pode-se usar a RV de uma forma diferente. Para pessoas com problemas no entendimento de equações, teorias e princípios, a RV pode ser usada para materializar seus elementos. Para aqueles que são visuais e não verbais e preferem gráficos, imagens a explicações e fórmulas, a RV novamente é útil, principalmente em função de seu aspecto altamente visual (BARRIL; CUNHA, 2009, p. 7).

Os sistemas virtuais possibilitam experiências com a sensação de presença, por meio da integração dinâmica de diferentes modalidades perceptivas, que envolvem imagens, sons, tato, etc. Assim, torna-se possível a capacidade de manipular, relacionada às reações sensório-motora em tempo real (LÉVY apud SILVA, 2006).

2.4 REALIDADE VIRTUAL NA EDUCAÇÃO

A aprendizagem ocorre, quando o indivíduo está engajado e utiliza de forma consciente, meios de resolução de problemas para a construção significativa. Valente citado por Silva (2010), diz que a construção do conhecimento dá-se por meio da reflexão, da crítica, da identificação e da busca de resoluções dos problemas, propiciando situações que determinem o desafio-papel importante na formação de atitudes.

Segundo Billinghurst, citado por Silva (2006), os ambientes educativos devem oferecer condições favoráveis à criação, comportando-se como um espaço agradável e permitindo aplicações práticas e a relação do conhecimento com experiências, necessidades e realidade do aprendiz (usuário).

Portanto existem diversas razões para uso da RV na Educação, pois Silva (2006), afirma que RV é uma forma de interação, manipulação e visualização de dados complexos através do computador. Além disso, essa ferramenta possibilita a criação de Ambientes Virtuais interativos e intuitivos, proporcionando a manipulação direta de seus objetos que correspondem às ações do usuário, estimulado sua participação ativa. Burdea (2003, p. 16) complementa dizendo que, “RV é uma interface avançada que permite ao participante imergir, navegar e interagir num ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando os canais multissensorias”.

Contundo a RV permite que os conceitos científicos possam ser aprendidos de forma concreta. Esta característica é conivente com os métodos construtivistas de ensino que estabelecem a necessidade da aprendizagem pela experiência, tendo para isso experiência com objetos virtuais que podem ser observados, explorados e descobertos (SILVA, 2006).

Dentro deste contexto, os ambientes virtuais podem contribuir, estimulando a curiosidade e auxiliando no desenvolvimento da autonomia. Assim, entende-se que a aprendizagem ocorre, quando o indivíduo está engajado e utiliza de forma consciente, estratégias de resolução de problemas para a construção significativa (SILVA, 2008).

2.5 REALIDADE VIRTUAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

O conhecimento matemático é privilegiadamente adquirido e transmitido em mediação com a inteligência por meio dos canais auditivo e visual, não obstante a função do tato (CASTRO; CASTRO, 1997). As representações são notações simbólicas ou gráficas através das quais se expressam as noções e os procedimentos matemáticos bem como as suas características e propriedades mais relevantes (DIAS, 2009).

Sabemos que o pensamento matemático envolve diferentes processos de pensamento nos quais os aspectos psicológicos e matemáticos estão fortemente interligados. Estudos sobre este assunto têm contribuído de forma espetacular para a compreensão aprendizagem e de pensamento em Matemática (DIAS, 2009).

Dreyfus citado por Dias (2009, p. 60) afirma que,

> O pensamento matemático envolve processos relacionados com a representação de conceitos e de propriedades (o processo de representar visualização, a mudança de representações e a tradução da formulação de um problema ou frase Matemática para outra formulação, a modelação); processos envolvidos na abstração (generalização e síntese são pré-requisitos básicos para abstração); processos que estabelecem relações entre o representar e o abstrair; processos que podem incluir entre outros a descoberta, a intuição, a verificação, a prova e a definição.

A capacidade espacial pode traduzir-se como a capacidade para formular imagens mentais e para manipular essas imagens na mente (CLEMENTS apud DIAS, 2009), ou como diz Mitchelmore, citado por Dias (2009), a capacidade de predizer transformações específicas de figuras geométricas que são previamente apresentadas.

Delgrande, citado por Dias (2009) apresentou um conjunto de sete capacidades espaciais que considerou fundamental para o estudo da Geometria. Essas sete capacidades são: coordenação visuo-motora, percepção figura-fundo, constância perceptual, percepção da posição no espaço, percepção das relações espaciais, discriminação visual e memória visual. A imagética visual pode ser definida como a atividade mental que permite a um indivíduo pensar e evocar um

objeto mesmo quando este não está presente (CLEMENTS, 1981), integrando formas, configurações e padrões (PRESMEG, 1992).

Portanto com a utilização da Realidade Virtual para o processo ensino da Matemática torna-se possível estimular de forma prazerosa todos esses sentidos que são essências para a aprendizagem da Matemática, pois para Silva (2006) é correto que a afirmar que a RV tem um grande potencial para retenção e compreensão de informações já que permite a exploração de ambientes, processos ou objetos. Não por meio de livros, fotos, filmes ou aulas, mas mediante a manipulação e a análise do próprio alvo de estudo. “Outra característica desta tecnologia que interessa à Educação é o fato de adequar-se a diferentes formas de aprender, ou seja, cada estilo cognitivo” (BARRILI; CUNHA, 2010, p. 7).

2.6 TEORIA DA APRENDIZAGEM

A teoria de David Ausubel tem como principal conceito a aprendizagem significativa, sendo de caráter cognitivista e construtivista. Essa Teoria é considerada cognitivista quando explica o processo de cognição e ao assumir que o processo de apreensão do conhecimento é evolutivo torna-se construtivista, um processo no qual o conhecimento atual é construído em cima de etapas prévias já acabadas (ROSA, 2003).

Afirma-se que há aprendizagem significativa de certo conceito quando este relaciona-se de maneira substantiva e não arbitrária com outros conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo, aos quais são chamados por Ausubel de subsunçores.

> Para Ausubel, relacionar-se de maneira significativa quer dizer que o conceito possui ligações de caráter psicológico e epistemológico com algum(s) conceito(s) da estrutura cognitiva, partilhando com o conceito já presente algum significado comum, ligando-se à estrutura cognitiva através da associação (no sentido de formar agrupamentos) a estes conceitos (ROSA, 2003, p. 3).

Portanto “Conceitos são definidos como regularidade nos acontecimentos ou nos objetos que se designam por certo termo” (AUSUBEL et al. apud SILVA, 2006). Por exemplo,

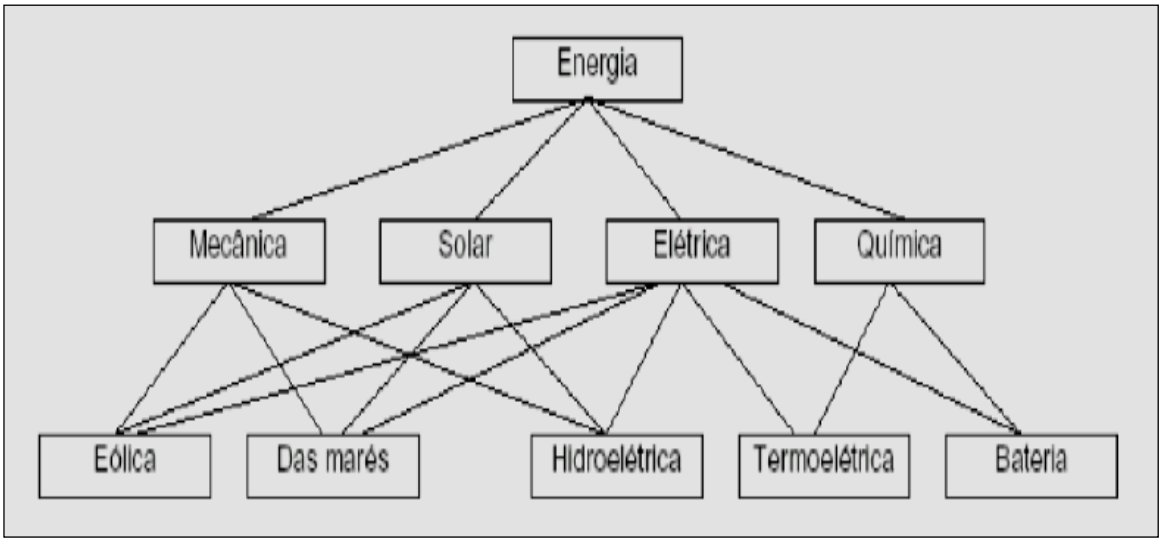
> “cadeira” é o termo da língua portuguesa usado para designar um objeto que possui pernas, um assento e costas, e “vento” é o termo usado para o acontecimento que envolve o ar em movimento. Os conceitos e as relações proposicionais entre os conceitos são os elementos centrais na estrutura do conhecimento e na construção de significados, isso porque o processo de dar significado ao mundo só é possível pela atividade do pensar, e pensar “envolve conceitos: formá-los e relacioná-los entre si”. (GLASERSFELD apud SILVA, 2006, p.20).

.

Para Pelizzare et al. (2003) “a aprendizagem tende a ser mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio”. Portanto Silva (2008, p. 38.) afirma que,

> a substantividade significa que o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, das novas idéias, não as palavras precisas usadas para expressá-las. O mesmo conceito ou a mesma proposição podem ser expressos de diferentes maneiras, por meio de distintos signos ou grupos de signos, equivalentes em termos de significados. Assim, uma aprendizagem significativa não pode depender do uso exclusivo de determinados signos em particular.

Nessa Teoria Ausubel propôs que os conhecimentos prévios dos alunos fossem valorizados, para que fosse possível construir estruturas mentais utilizando como meio, mapas conceituais que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, possibilitando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz (PELIZZARRI et al. 2003).



Fonte: Cruz (2009)

Figura 1 - Mapa Conceitual

Como afirma Moreira (1982) em um sentido amplo, mapas conceituais são apenas diagramas indicando relações entre conceitos. Esses mapas podem ser vistos como diagramas hierárquicos que possuem como finalidade mostrar a organização de um conteúdo e como foco tem que representar relações significativas entre conceitos em forma de preposições (SILVA, 2006).

Tendo como princípio que os ambientes virtuais podem contribuir estimulando a curiosidade e auxiliando no desenvolvimento da autonomia, silva (2008) afirma que, a Realidade Virtual é capaz de promover um material com tais exigências, ou seja, um material potencialmente significativo.

2.6.1 Teoria da Aprendizagem Versus Softwares Educacionais

A utilização de recursos da informática na geração e disponibilização de material de ensino e aprendizado de forma organizada e de fácil acesso e entendimento, através de um ambiente lúdico e pedagogicamente defensável, tornou-se possível (BATTAIOLA; ELIAS; DOMINGUES, 2002).

A tecnologia envolvida na criação de um software pode ser usada para implementar software educacional, entretanto, somente a tecnologia não é suficiente para garantir a qualidade pedagógica desse software. É necessária também a utilização de conceitos cognitivos para elaborá-lo (BATTAIOLA; ELIAS; DOMINGUES, 2002).

Segundo Barilli e Cunha (2009), o que parece ser hoje alvo da atenção da ciência é o uso da tecnologia de maneira coerente e consistente, ou seja, a tecnologia está sendo utilizada como instrumento para a concretização dos objetos sólidos, cujo potencial realmente facilita a aquisição do conhecimento.

Battaiola, Elias e Domingues (2002, p. 5), defendem que para criar um Software com os conceitos de computação gráfica deve-se considerar os seguintes fatores:

> Criar um ambiente que permita correlacionar conceitos adquiridos empiricamente no mundo real com aqueles aprendidos formalmente; Propiciar alto nível de experimentação, de forma que aprender rotação

> signifique usar rotação; A possibilidade de se estender os conceitos abordados no espaço 2D para o 3D; Explorar o potencial lúdico envolvido nesse tipo de ensino e seu ambiente de trabalho; Expor os conceitos através de um conjunto de mídias integradas de acordo com critérios cognitivos.

2.7 TECNOLOGIAS DE APOIO

Com a finalidade de dar suporte à aplicação desenvolvida, foram escolhidas algumas tecnologias. Portanto faz-se necessário uma breve apresentação das mesmas afim de enfatizar a importância de tais utilizações.

2.7.1 Moodle

"O Moodle é um sistema de gerenciamento de cursos (Course Management System – CMS), um pacote de software livre (GNU-GLP) com princípios pedagógicos, podendo rodar em qualquer sistema que suporte a linguagem PHP" (CUNHA; KASA; IKEDA, 2006, p. 5).

Esse sistema é composto por módulos no qual é possível adaptação de acordo com as necessidades de cada curso, por isso ele tem sido adotado em diversos países com sucesso, tendo como finalidade auxiliar no aprendizado (CUNHA; KASA; IKEDA, 2006).

Segundo Sabbatini (2007, p.1)

> O Moodle é uma plataforma de aprendizagem a distância baseada em software livre. É um acrônimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (ambiente modular de aprendizagem dinâmica orientada a objetos). Ele foi e continua sendo desenvolvido continuamente por uma comunidade de centenas de programadores em todo o mundo, que também constituem um grupo de suporte aos usuários, acréscimo de novas funcionalidades.

Conforme afirmou Sabbatini (2007), o Moodle tornou-se um sistema consagrado, com uma das maiores bases de usuários do mundo, com mais de 25 mil instalações, mais de 360 mil cursos e mais de 4 milhões de alunos em 155 países, sendo que algumas universidades baseiam toda sua estratégia de educação a distância na plataforma Moodle. Sendo assim, a utilização desse sistema foi proposta com o intuito de auxiliar no aprendizado dos alunos, pois ele facilita a comunicação entre professor e aluno.

2.7.2 JavaScript

"JavaScript é uma linguagem que foi desenvolvida para programar scripts diferentemente do Java" (SILVA, 2006, p. 39). Fazendo das palavras de Tamiosso e Raposo apud Silva (2006, p. 39) podemos afirmar que "a combinação de VRML/Java através dos nós de script é bastante poderosa, pois o programa associado a nó pode controlar toda a interação e o comportamento dos elementos do mundo virtual."

Silva (2006) ainda afirma que Javascript é de fraca tipagem; Mutável; dinâmica - uma variável pode assumir vários tipos diferentes durante a execução; Implícita - as variáveis são declaradas sem tipo. É interpretada pelo interpretador JavaScript, ao invés de compilada; Possui ótimas ferramentas padrão para listagens (como as linguagens de script, de modo geral); oferece bom suporte a expressões regulares (característica também comum a linguagens de script).

2.7.3 VRML

Criada por Mark Pesce e Tony Parisi, que independe de plataforma e permite a criação de cenários 3D. Esta linguagem foi concebida para descrever simulações interativas, em mundos virtuais disponibilizados na Internet e ligados com o WWW (World Wide Web). Sua primeira versão, versão 1.0, não possibilitou grandes interações do usuário com o ambiente virtual, porém nas versões atuais foram acrescentadas características como animação, movimentos de corpos, som e etc. A última versão é a 2.0 draft #3, chamada Moving Worlds VRML 2.0 (HARTMAN E WERNECKE apud CARRARA, 2009).

Para o desenvolvimento de um código em VRML faz-se necessário apenas de um simples editor de textos. Os arquivos editados são gravados em formato ASCII (American Standard Code for Information Interchange) e salvos com a extensão wrl, sendo necessário um navegador de internet e um plug-in para visualizar os objetos virtuais criados.

Segundo Fox e Shaddock (1996, p.36),

> A versão de VRML 1.0 tem como principais características a criação de mundos 3D estáticos e a criação de âncoras para outros ambientes. Já na versão de VRML 2.0, os objetos do mundo virtual podem mover-se e

> responder a eventos baseados no tempo ou em iniciativas do usuário. Além disso, esta nova versão permite a utilização de objetos multimídia, como sons e filmes em uma cena 3D. Em resumo, as características do VRML 2.0 podem ser agrupadas em quatro áreas principais: melhoria dos mundos estáticos, interação, animação e comportamento baseado em scripts, e prototipação de novos objetos VRML.

É possível utilizar inúmeras abordagens sobre a Realidade Virtual, no entanto a maioria dessas tecnologias requer plataformas avançadas de hardware e software, porém com o VRML esse problema não ocorre isso nos levou a optamos pela utilização da linguagem.

2.7.4 VrmlPad 3.0

O VRMLPad é um editor de texto com sintaxe para a linguagem VRML. Produzido pela Parallel Graphics, o VRMLPad 3.0 possui diversos recursos que facilitam a programação e construção de cenas em VRML (PARALLEL GRAPHICS, 2002): visualização de comandos que são adequados ao escopo da gramática da linguagem; detecção em tempo real de erros de sintaxe; texto com cores e sintaxe padrão; visualização da hierarquia da cena que está sendo construída; operações básicas sobre os recursos visuais (imagens); mapa de roteamento entre os eventos de entrada e saída; possibilita acrescentar e alterar os comandos do próprio VRMLPad; possibilitar trabalhar com múltiplos documentos ao mesmo tempo; visualiza a cena em vários plug-ins diferentes e organiza e otimiza a cena e suas dependências em formato de publicação na Internet.

Segundo afirma Schulz (2004, p. 35), o recurso do VRMLPad de publicação na Internet, compacta o arquivo principal e os dependentes, por eliminar os comentários e a identação do arquivo, podendo também incluir as imagens in-line nos próprios arquivos tornando com isso bem menor a dimensão dos arquivos.

2.7.5 Vivaty Studio 1.0

“Vivaty Studio é uma ferramenta gratuita que gera objetos tridimensionais de forma rápida, utilizando uma interface gráfica de fácil manuseio” RIBEIRO et al.,(2009, p. 2).

2.8 TRABALHOS RELACIONADOS

2.8.1 Comparando o uso de ferramentas Java, Java 3D e VRML no software de apoio ao ensino de Geometria Descritiva

Desenvolvido por Borges et al., (2003) este trabalho tem como finalidade avaliar algumas tecnologias de Computação Gráfica e Realidade Virtual (Java, Java 3D e VRML) para serem utilizadas no desenvolvimento de um software para aplicação no ensino de geometria descritiva. Para tanto foi efetuado um estudo minucioso dessas tecnologias utilizando técnicas de computação gráfica e realidade virtual. No desenvolvimento deste projeto a linguagem que foi escolhida foi a Java 3D, já que com base em pesquisas realizada pelo grupo de desenvolvimento do trabalho foi a que mostrou um melhor desempenho frente às necessidades de realizações das atividades que havia sido proposto.

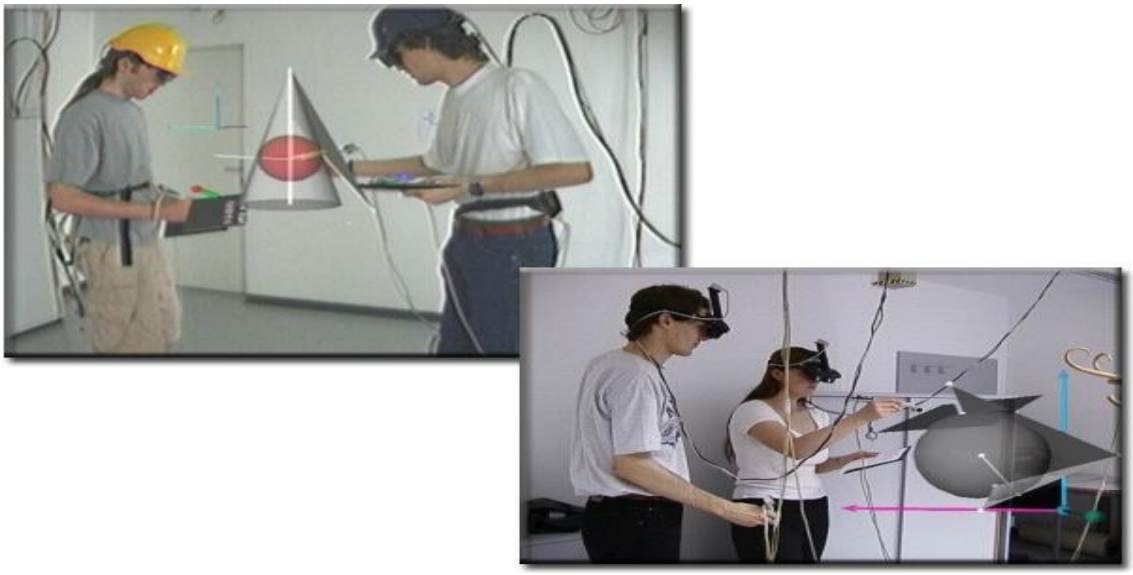
Este software oferece ao usuário a possibilidade de criar um objeto 2D e 3D em um ambiente virtual interativo para o estudo de projeções em vários planos o que facilitará a abstração do aprendiz de geometria descritiva. Pois segundo os autores é necessário o desenvolvimento de interface para sistemas baseados na tecnologia da Realidade Virtual tendo um projeto baseado na necessidade do usuário, pois o sistema deve satisfazer o cliente.

Neste trabalho foi concluído que a Linguagem VRML é a mais indicada para o desenvolvimento de ambientes Virtuais tendo em vista que ela é livre e especialmente desenvolvida para web. Com base nesse aspecto afirmamos que este trabalho foi de fundamental importância para que pudéssemos optar pela referida linguagem no desenvolvimento do ambiente virtual da nossa pesquisa.

2.8.2 Construct3D

O Construct3D foi desenvolvido pelo Institute of Software Technology and Interactive Systems na Vienna University of Technology e pelo Institute for Computer Graphics and Vision na Graz University of Technology. Este projeto visa à criação de uma ferramenta que possibilite a construção geométrica tridimensional, sendo que, ela está direcionada especificamente para o ensino de matemática e geometria (KAUFMANN; SCHMALSTIEG, 2006). O seu desenvolvimento baseia-se no sistema

móvel de Realidade Aumentada (RA) colaborativa denominado Studierstube. A Figura 02 apresenta usuários utilizando o Construct3D.



Fonte: Construct3d (2009)

Figura 2 - O uso do Construct3D

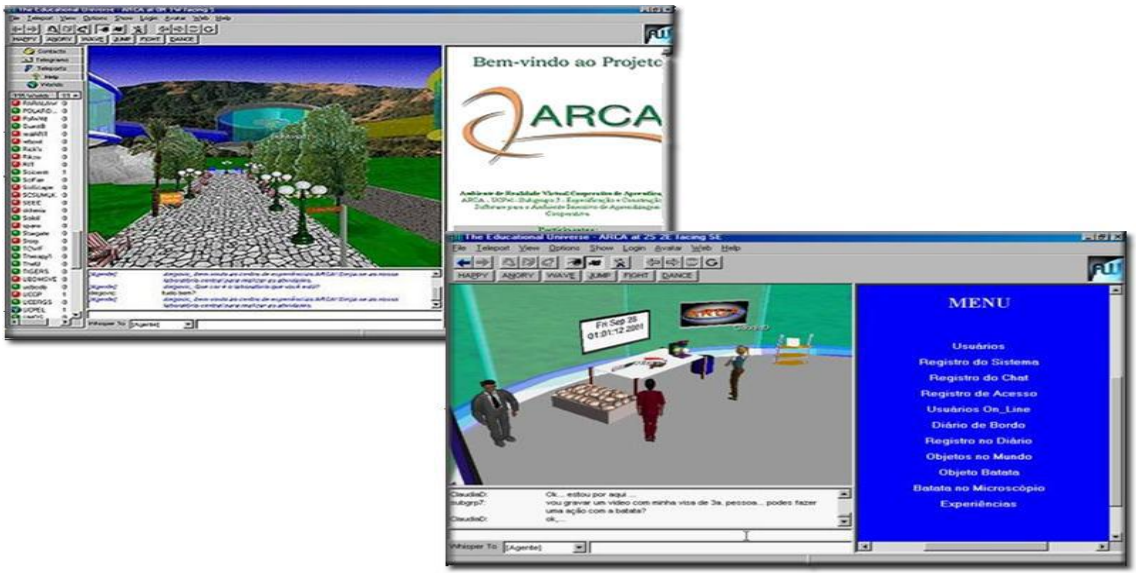
Atualmente o Construct3D está sendo usado em salas de aula no ensino superior. Os seus pesquisadores utilizam métodos de aprendizagem flexíveis, que visam se adaptar ao contexto do usuário, e hardwares híbridos e equipamentos especializados de Realidade Aumentada, como por exemplo, capacetes HMDs2, que permitem a sua aplicação junto aos alunos. Todo este processo tem como intuito melhorar o desempenho do Construct3D em avaliações futuras sobre o processo de ensino e aprendizagem (KAUFMANN; SCHMALSTIEG, 2006).

2.8.3 ARCA

O projeto ARCA, acrônimo de Ambiente de Realidade Virtual Cooperativo de Aprendizagem, está sendo desenvolvido por três áreas de ensino da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS: Psicologia, Educação e Informática, coordenado pelo Programa de Pós- Graduação em Informática na Educação (UFRGS, 2008). Este projeto propõe-se a desenvolver um ambiente de ensino e aprendizagem que, apoiado pela Internet, possa atuar como instrumento no auxílio a uma prática pedagógica diferenciada. O seu ambiente visa criar condições para uma

aprendizagem significativa por meio de um ambiente desenvolvido em Realidade Virtual que permite a cooperação. Os estudantes podem, ainda, utilizar telepresença via avatar, esta ferramenta possui como objetivo permitir aos estudantes e professores realizar uma comunicação por meio de um personagem, o avatar.

Outro aspecto abordado neste projeto é a chamada Lógica Operatória, um modelo desenvolvido por Jean Piaget para o estudo das relações entre os níveis de explicação que o sujeito, em sua vivência cognitiva, estabelece sobre os fenômenos do mundo físico e social em que vive. Este projeto espera como resultados entender como e por que estender um modelo de análise operatória advindo da teoria piagetiana para analisar um ambiente de Realidade Virtual, e identificar como aparecem as relações de egocentrismo, conformismo, coação e cooperação (mecanismos sócio-cognitivos) quando o sujeito interage num ambiente de Realidade Virtual (TAROUCO et al., 2000). A Figura 03 apresenta exemplos do ambiente virtual no qual ocorre à cooperação e comunicação entre os usuários por meio de avatares.



Fonte: UFRGS (2008)

Figura 3 - Interface do ambiente colaborativo Realidade Virtual

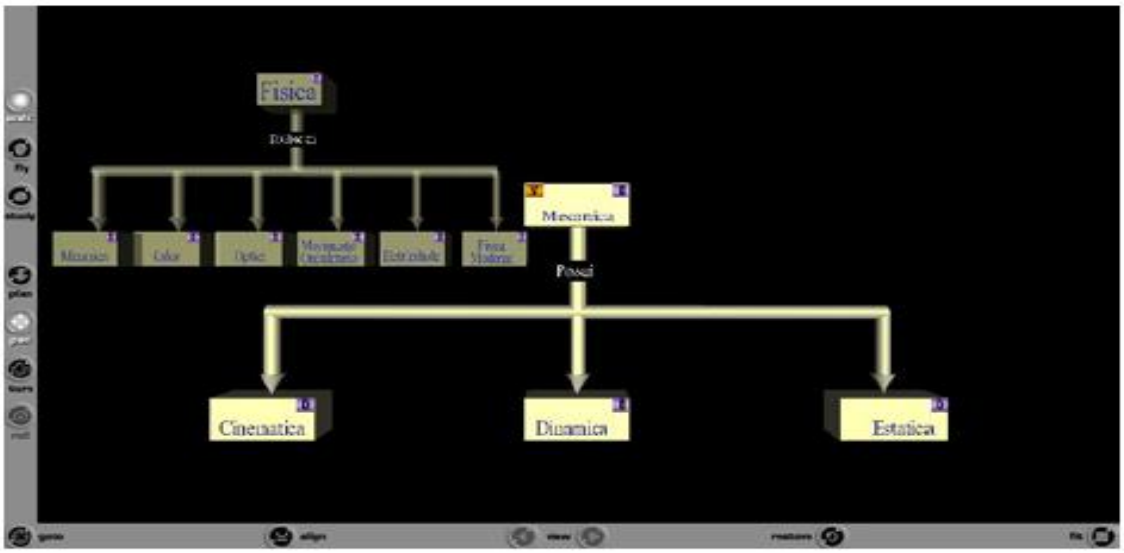
Por meio desta interface o usuário pode, ainda, acessar ambientes de experimentação desenvolvidos em ambientes baseados em ferramentas Flash3, por meio da linguagem de programação Action Scripts 4, e realizar experiências de

diferentes conteúdos, como conservação da energia, eletrização, eletrodinâmica, eletromagnetismo e movimentos. No entanto, é importante ressaltar que este ambiente para experimentos de Física não é cooperativo, pois pode ser usado apenas de maneira local. Porém, este ambiente não é o foco de estudo do projeto ARCA, e sim as discussões resultantes dele, realizadas no ambiente colaborativo.

2.8.4 Associando Realidade Virtual não-imersiva e ferramentas cognitivas para o ensino da Física

Motivado por fatores como a carência de professores qualificados e laboratório específico para o ensino da Física SILVA (2006), elaborou uma pesquisa com o intuito de desenvolver, aplicar e avaliar um software de Ensino da Física direcionado para o Ensino Médio.

Conforme especifica Silva (2006), para elaboração dessa ferramenta fez-se necessário a criação de desenhos pedagógicos que pudessem eliminar a organização e distribuição linear e unidimensional dos conteúdos. Foi elaborado um conjunto de organizadores gráficos e mapas conceituais para proporcionar ao aluno a visualização do todo e das partes entre os conceitos, bem como a possibilidade de gerenciar a sua aprendizagem.



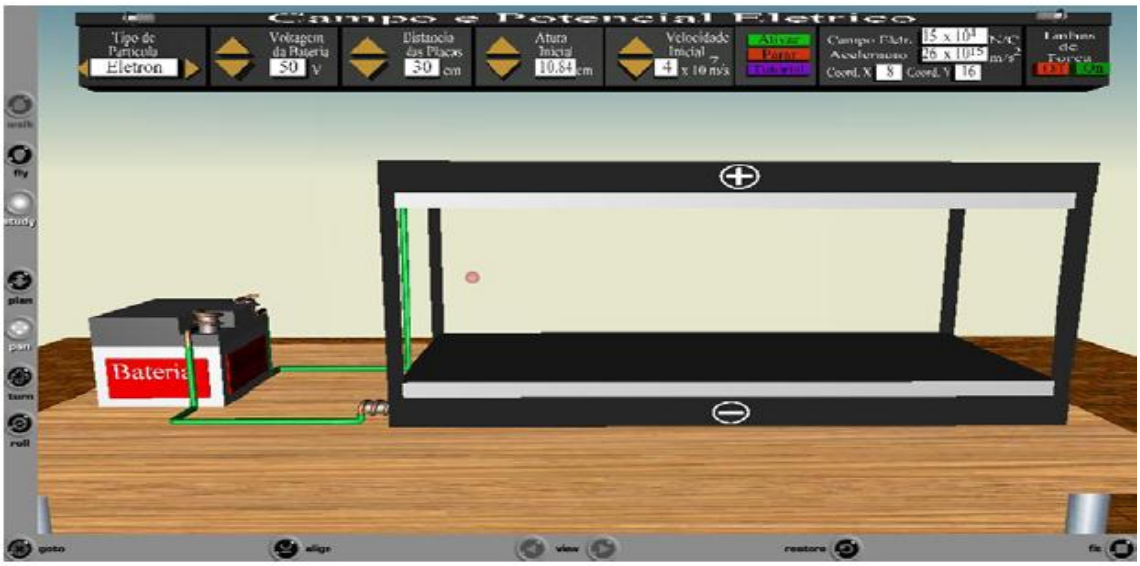
Fonte: Silva (2006)

Figura 4 - A visualização de conceitos posterior

Como mostrado na figura anterior é permitida a visualização prévia do conteúdo que virar posteriormente, basta o usuário posicionar o mouse no nó conceitual desejado e logo em seguida o estudante fica ciente do conteúdo que deve conhecer para assimilar a nova informação. Porém isso só é possível devido aos organizadores de gráficos conceituais terem sido todos desenhados em estrutura de árvore.

Este trabalho Consiste basicamente na investigação de técnicas computacionais, associadas a metodologias pedagógicas que visam desenvolver, aplicar e avaliar um software para o ensino de Física que esteja direcionado ao Ensino Médio e fundamentado em desenhos pedagógicos contemporâneos (SILVA, 2006).

Foram realizadas diversas experiências de Física neste trabalho vamos exemplificar uma na qual o usuário pode selecionar o tipo de partícula, elétron ou próton, sua altura e velocidade inicial, a voltagem da bateria e a distância entre as placas. Depois de ativada a experiência o ambiente oferece ao usuário a aceleração e as coordenadas da partícula elementar, o campo elétrico, sendo opcional a visualização de suas linhas de força (SILVA, 2006).



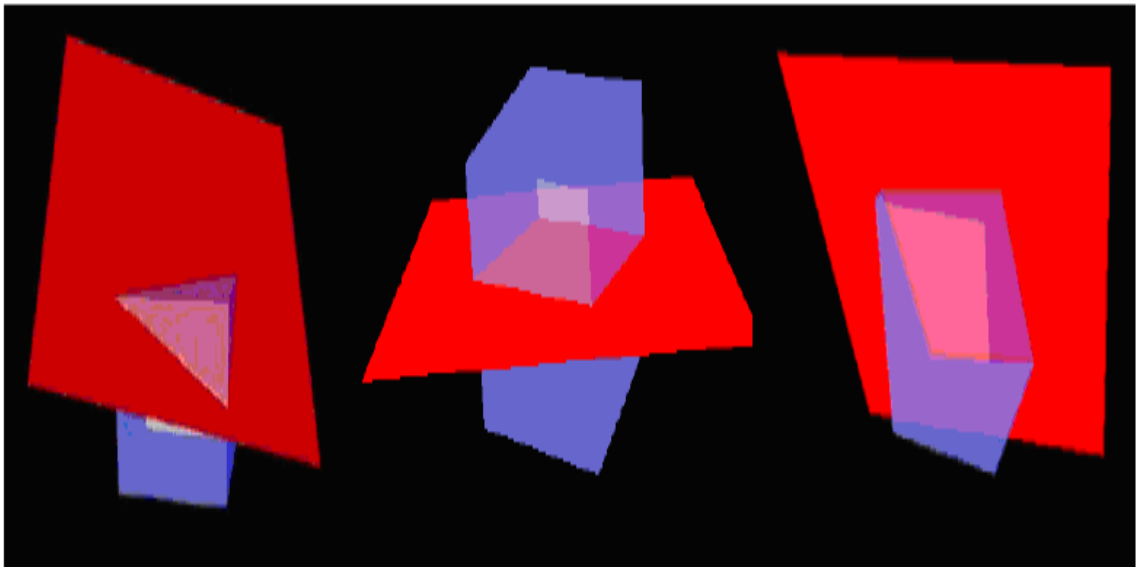
Fonte: Silva (2006)

Figura 5 - Experiência de campo e potencial elétrico

2.8.5 A tecnologia de Realidade Virtual: recurso real para potencializar a educação

Para Dias (2009), A ideia de elaboração deste trabalho teve surgimento na crescente utilização da Realidade Virtual pelos sistemas de informação e pela dificuldade dos alunos do 10º ano do colegial aprenderem Secções de Cubo, disciplina que faz parte da grade curricular do referido ano escolar.

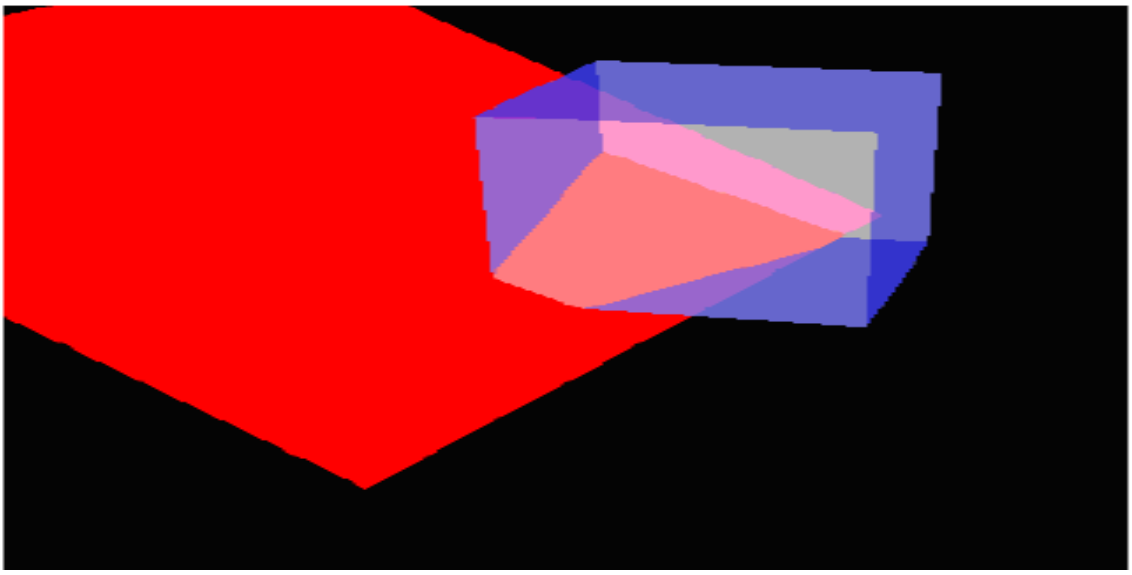
O modelo desenvolvido dá liberdade aos alunos para mexer, para aprender tocando nos objetos. Com isso permite por um lado que o cubo seja movido e, por outro, possibilita total flexibilidade ao plano de corte.



Fonte: Dias (2009)

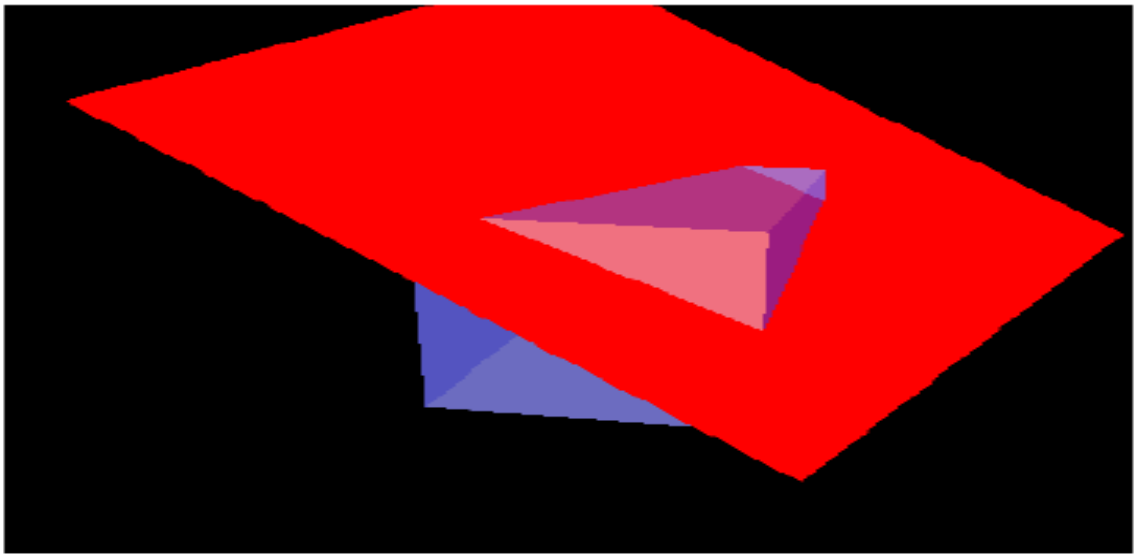
Figura 6 - Distintas posições do plano de corte e do cubo

É importante salientar que este trabalho permite que o estudante perceba do que se trata o conteúdo matemático, sendo ele mesmo capaz de tirar as suas conclusões. Sabendo que em diferentes tipos de cortes obtemos diferentes tipos de figuras, nas figuras seguintes podemos comprovar que o software desenvolvido realmente cumpriu com o que o autor havia se proposto.



Fonte: Dias (2009)

Figura 7 - Trapézio conseguindo intersectar a face inferior do cubo



Fonte: Dias (2009)

Figura 8 - Trapézio conseguindo intersectar a face superior do cubo

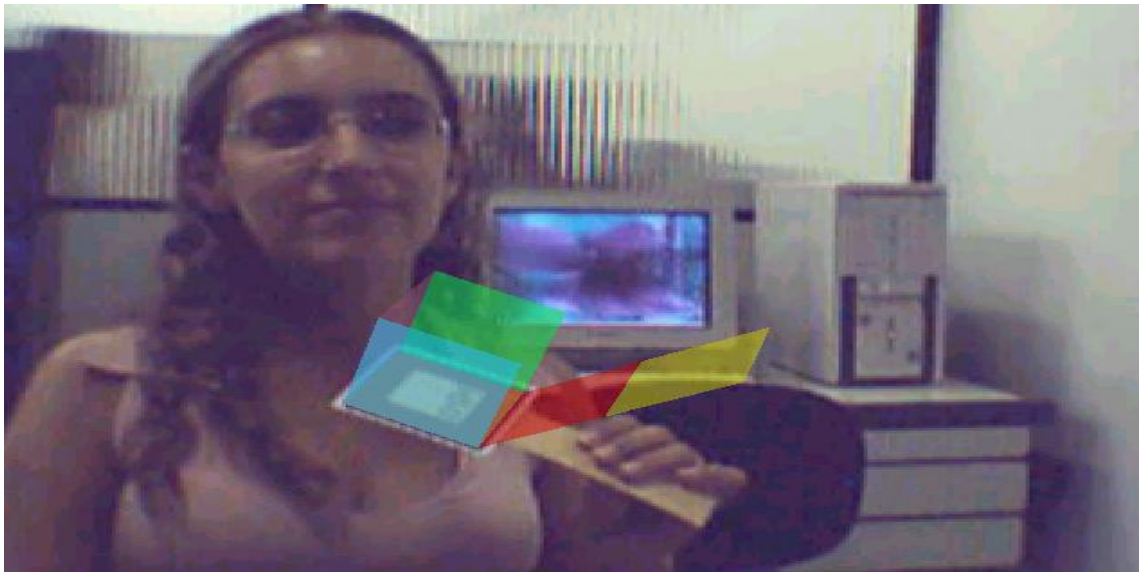
Para uma melhor análise de resultados foram elaborados questionários aos términos das aulas e observações e ao final da experiência os resultados foram analisados de forma quantitativa.

2.8.6 Aplicação da Realidade Virtual no ensino aprendizagem de conceito de Matemática

Elaborado por Carrara (2006), este projeto teve como finalidade criar um dispositivo baseado em realidade virtual para uso didático voltado para o ensino de Matemática na área de Geometria visa simulação de algumas aplicações de visualização interativa com a geometria espacial (sólidos) e a geometria plana podendo contribuir também para a construção do conhecimento de frações em geral.

Para o desenvolvimento primeiramente o autor fez leituras, discussões e fichamentos de textos matemáticos e computacionais com o intuito de adquirir o domínio do conteúdo e executar o projeto com êxito. Nesta etapa ocorreram a preparação e o planejamento das atividades.

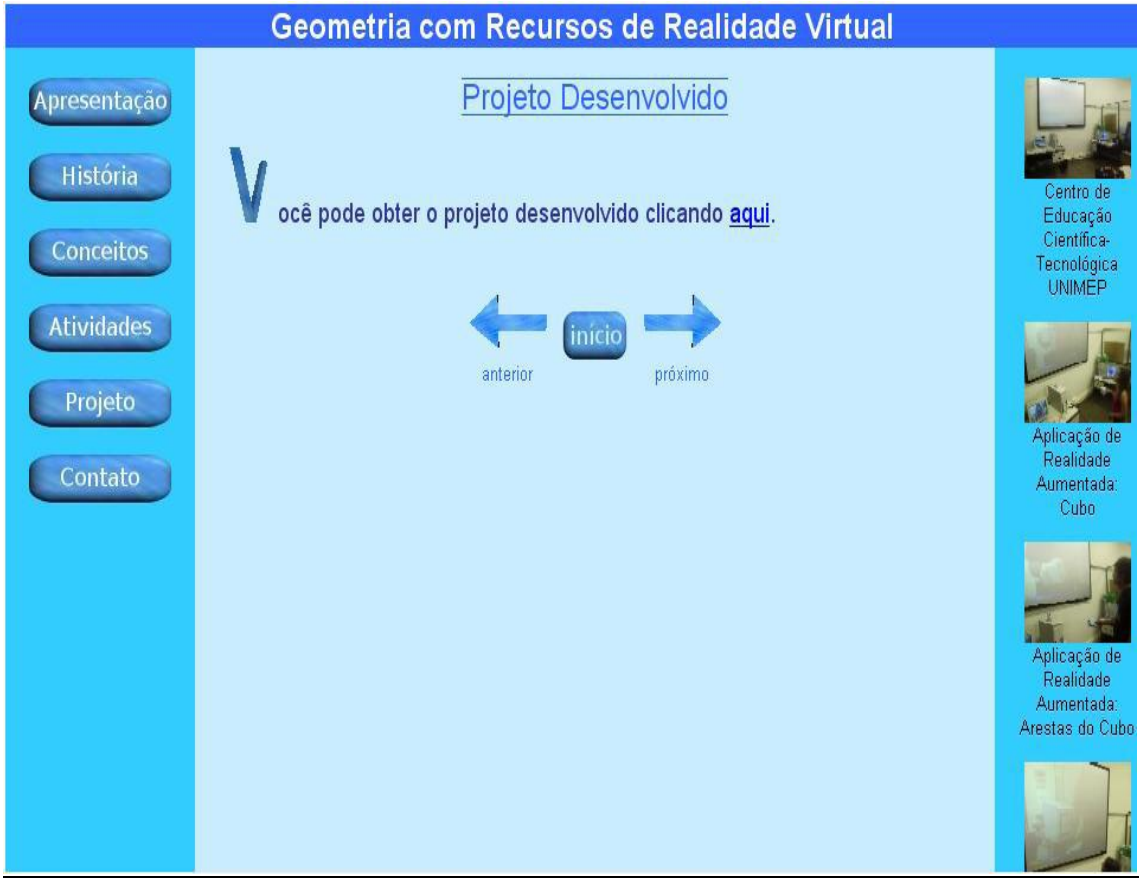
Na segunda etapa do projeto foi feita a análise de livros didáticos de Matemática do Ensino Médio, utilizados no ensino médio, observando como os autores apresentam determinados conceitos de Geometria. Partindo dessas análises foram feitas construções do Cubo para a sua visualização no aplicativo de Realidade Aumentada e, conforme segue na próxima figura.



Fonte: Carrara (2006)

Figura 9 - Construção de um cubo

Na sequência, foram construídos os objetos virtuais para compor o software.



Fonte: Carrara (2006)

Figura 10 - Construção dos objetos virtuais

2.9 TABELA COMPARATIVA

Para melhor descrever a importância e potencial deste trabalho, elaborou-se uma tabela na qual serão comparados itens dos trabalhos relacionados com o trabalho desenvolvido, para isso tem-se como base os conceitos que foram descritos acima.

TABELA 01 – COMPARAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO DO SOFTWARE PROPOSTO

Trabalhos Avaliados ✗ Item não contemplado ✓ Item contemplado	Interações em R.V. tempo de execução por meio de:							
	Troca de Objetos	Mouse	Menus de Interação	Ambiente modelado em 3D	Utilização da Plataforma moodle	Presença de desenhos pedagógicos	Embasado na teoria da aprendizagem significativa	Aplicação voltado para WEB
SOFTWARE PROPOSTO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Comparando o uso de ferramentas Java, Java 3D e VRML no software de apoio ao ensino de Geometria Descritiva	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓
Construct3D	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗
A R C A	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Associando Realidade Virtual não-imersiva e ferramentas cognitivas para o ensino da Física	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
A tecnologia de Realidade Virtual: recurso real para potencializar a educação	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓
Aplicação da Realidade Virtual no ensino aprendizagem de conceito de Matemática	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗

3. METODOLOGIA

Este trabalho teve como base pesquisa bibliográficas em livros, artigos e teses, além de contar com várias consultas em sites nos quais teve-se como foco a observação da carência de software para o processo de ensino-aprendizagem da Matemática no âmbito da Geometria Espacial e a grande dificuldade dos professores repassarem o conhecimento necessário ao alunos na referida disciplina.

Além disso, também foi realizada uma pesquisa de campo com professores e alunos do curso de Licenciatura em Computação da Faculdade Estácio Atual, pois segundo afirmam Marconi e Lakatos (2006, p. 83),

> Pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese que se queira comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles.

Com os professores utilizou-se uma abordagem do tipo qualitativa, pois foram colhidas informações nas quais os referidos professores expuseram as suas opiniões a respeito do sistema desenvolvido. Porém com os alunos aplicou-se uma abordagem quantitativa para que fosse possível a mensuração estatística das variáveis analisadas, que deram a possibilidade de aferir o número de alunos que farão parte da pesquisa e a confiabilidade dos resultados.

É de extrema importância a pesquisa quantitativa por ter a intenção de garantir a precisão dos resultados, evitar distorções de análise e interpretação, possibilitando uma margem de segurança quanto as inferências feitas. (BEUREN, 2008). Contudo como metodologias desta pesquisa enumeram-se:

Ação 01: nesta etapa foram identificadas as principais contribuições da aprendizagem significativa na qual foram comparados os conteúdos com os principais autores consultados, tal ação possibilitou um estudo profundo da teoria supracitada.

Ação 02: nesta etapa foi analisada a ferramenta tecnológica para implementação do Ambiente Virtual de Aprendizagem, o moodle.

Ação 03: etapa que foi responsável pela análise das ferramentas tecnológicas que proporcionaram o desenvolvimento da parte da metodologia de ensino proposta, como exemplos têm-se, para Realidade Virtual o JavaScript e o VRML (*Virtual Reality Modeling Language*).

Ação 04: nesta etapa foi elaborado as interações do estudo de caso de uso, implementação da arquitetura de um software educacional com fortes bases na Teoria da Aprendizagem Significativa. Este software é a metodologia proposta o qual está embasado na Geometria Espacial.

Ação 05: O sistema desenvolvido foi apresentado aos professores e alunos do curso de Licenciatura em Computação da Faculdade Estácio Atual, os quais após o contato com o software analisaram e responderam um questionário. Esse questionário foi baseado na escala de Likert.

Ação 06: Esta etapa é responsável pela tabulação dos dados.

Escala de Likert – requer que o entrevistado indique seu grau de concordância ou discordância com declarações relativas ao item que está sendo medido (BAKER, 2005).

4. ARQUITETURA DO SISTEMA

4.1. ESTUDOS DE CASO DE USO

A partir de estudos realizados nos capítulos anteriores, tornou-se possível a elaboração de uma arquitetura de um sistema educacional o qual permite ao usuário a contextualização de figuras da Geometria Espacial através da Realidade Virtual possibilitando uma aprendizagem significativa.

4.1.1 Diagrama de Caso de Uso

Para Booch, Rumbaugh e Jacobson (2005, p 230), “um caso de uso ou use case é uma descrição de um conjunto de sequências de ações inclusive variantes, que o sistema executa um resultado de valor observável por um ator”.

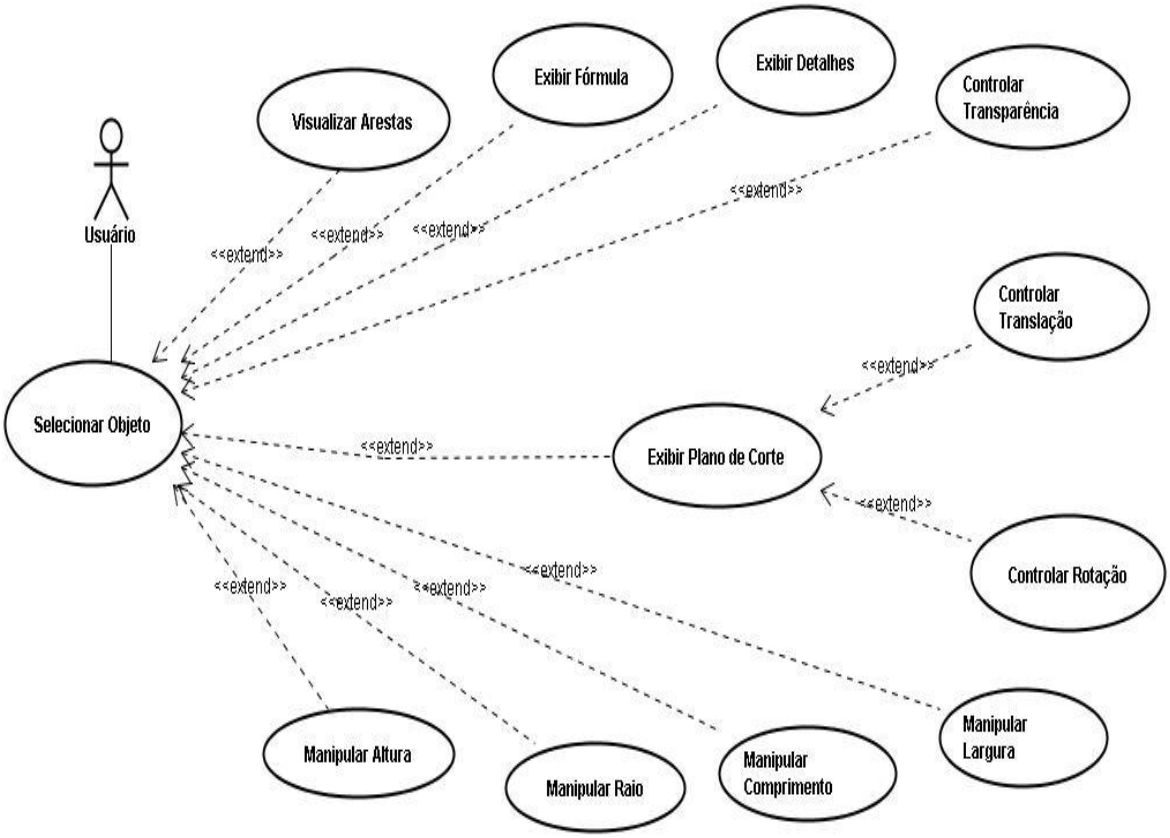


Figura 11 – Diagrama de Caso de Uso

4.1.2 Descrição de Caso de Uso

TABELA 02 – SELECIONAR OBJETO PARA A VISUALIZAÇÃO

UC_001	**Caso de Uso: Selecionar Objeto para a Visualização**
Descrição:	Permite que o usuário visualize o objeto ao seleciona-lo
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O Sistema deve ter sido inicializado
Fluxo Principal:	**Usuário** seleciona objeto que deseja visualizar **Sistema** mostra objeto selecionado pelo usuário
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alternativos:	Não aplicável
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-condição:	Objeto é mostrado ao usuário

TABELA 03 – VISUALIZAR ARESTAS

UC_002	**Caso de Uso: Visualizar Arestas**
Descrição:	Permite que o usuário visualize as arestas de um objeto
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O usuário deve está no caso de uso **Selecionar Objeto para a Visualização**
Fluxo Principal:	**Usuário** clica no botão **arestas** **Sistema** mostra ao usuário as arestas do Objeto
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alternativos:	Não aplicável
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-condição:	Arestas do objeto são mostrados ao usuário

TABELA 04 – EXIBIR FÓRMULA

UC_003	**Caso de Uso: Exibir Fórmula**
Descrição:	Possibilita ao usuário a visualização da fórmula do objeto
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O usuário deve está no caso de uso **Selecionar Objeto para a Visualização**
Fluxo Principal:	**Usuário** clica no botão **fórmula** **Sistema** mostra fórmula do objeto
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alter-	Não aplicável

nativos:	
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-condição:	Fórmula do objeto é mostrada ao usuário

TABELA 05 – EXIBIR DETALHES

UC_004	**Caso de Uso: Exibir Detalhes**
Descrição:	Permite que o usuário visualize detalhes sobre o objeto
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O usuário deve está no caso de uso **Selecionar Objeto para a Visualização**
Fluxo Principal:	**Usuário** clica no botão **detalhes** **Sistema** mostra detalhes do objeto
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alternativos:	Não aplicável
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-condição:	Detalhes sobre o objeto são mostrados ao usuário

TABELA 06 – CONTROLAR TRANSPARÊNCIA

UC_005	**Caso de Uso: Controlar Transparência**
Descrição:	Permite que o usuário controle a Transparência do objeto
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O usuário deve está no caso de uso **Selecionar Objeto para a Visualização**
Fluxo Principal:	**Usuário** clica em + (para aumentar a transparência do objeto) ou – (para diminuir a transparência do objeto) **Sistema** mostra transparência conforme a opção do usuário
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alternativos:	Não aplicável
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-condição:	Transparência é modificada conforme a opção do usuário

TABELA 07 – EXIBIR PLANO DE CORTE

UC_006	**Caso de Uso: Exibir Plano de Corte**
Descrição:	Permite que o usuário visualize o plano de corte do objeto
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O usuário deve está no caso de uso **Selecionar Objeto para a Visualização**
Fluxo Principal:	**Usuário** clica no botão corte **Sistema** mostra o plano de corte do objeto se **Usuário** desejar controlar translação ou rotação do objeto **Sistema** chama fluxo alternativo correspondente à opção desejada pelo usuário: a. Translação (fluxo alternativo Controlar Translação) b. Rotação (fluxo alternativo Controlar Rotação) **Usuário** realiza a atividade que deseja no objeto (translação ou rotação) **Sistema** finaliza caso de uso
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alternativos:	**Controlar Translação** Ver UC_007 **Controlar Rotação** Ver UC_008
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-condição:	Plano de corte é visualizado pelo usuário

TABELA 08 – CONTROLAR TRANSLAÇÃO

UC_007	**Caso de Uso: Controlar Translação**
Descrição:	Permite que o usuário controle a translação do objeto
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O usuário deve de inicializado o caso de uso **Exibir Plano de Corte**
Fluxo Principal:	**Usuário** clica no botão translação **Sistema** modifica e mostra a translação informada pelo usuário
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alternativos:	Não aplicável
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-condição:	Translação é modificada pelo usuário

TABELA 09 – CONTROLAR ROTAÇÃO

UC_008	**Caso de Uso: Controlar Rotação**
Descrição:	Permite que o usuário controle a rotação do objeto
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O usuário deve ter inicializado o caso de uso **Exibir Plano de Corte**
Fluxo Principal:	**Usuário** clica no botão rotação **Sistema** modifica e mostra a rotação informada pelo usuário
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alternativos:	Não aplicável
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-condição:	Rotação do objeto modificada pelo usuário

TABELA 10 – MANIPULAR LARGURA

UC_009	**Caso de Uso: Manipular Largura**
Descrição:	Permite que o usuário manipule a largura do objeto
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O usuário deve está no caso de uso **Selecionar Objeto para a Visualização**
Fluxo Principal:	**Usuário** clica no botão **largura** **Sistema** modifica a largura do objeto
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alternativos:	Não aplicável
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-condição:	Largura do objeto é modificada pelo usuário

TABELA 11 – MANIPULAR COMPRIMENTO

UC_010	**Caso de Uso: Manipular comprimento**
Descrição:	Permite que o usuário manipule o comprimento do objeto
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O usuário deve está no caso de uso **Selecionar Objeto para a Visualização**
Fluxo Principal:	**Usuário** clica no botão **comprimento** **Sistema** modifica o comprimento do objeto
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alternativos:	Não aplicável
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-	Comprimento do objeto é modificada pelo usuário

condição:	

TABELA 12 – MANIPULAR RAIO

UC_011	**Caso de Uso: Manipular Raio**
Descrição:	Permite que o usuário manipule o raio do objeto
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O usuário deve está no caso de uso **Selecionar Objeto para a Visualização**
Fluxo Principal:	**Usuário** clica no botão **raio** **Sistema** modifica o raio do objeto
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alternativos:	Não aplicável
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-condição:	Raio do objeto é modificada pelo usuário

TABELA 13 – MANIPULAR ALTURA

UC_012	**Caso de Uso: Manipular Altura**
Descrição:	Permite que o usuário manipule a altura do objeto
Atores:	Usuário
Pré-condição:	O usuário deve está no caso de uso **Selecionar Objeto para a Visualização**
Fluxo Principal:	**Usuário** clica no botão **altura** **Sistema** modifica a altura do objeto
Subfluxos:	Não aplicável
Fluxos Alternativos:	Não aplicável
Fluxos de Exceção:	Não aplicável
Pós-condição:	Altura do objeto é modificada pelo usuário

5. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Este capítulo apresenta os detalhes do processo de desenvolvimento do software proposto – ***GERVI,*** onde foram abordadas todas as fases necessárias à execução do software de Realidade Virtual, os objetos geométricos virtuais no ambiente e como ele está organizado no sistema de gerenciamento de cursos – moodle.

5.1 MODELAGEM DE OBJETOS VIRTUAIS

Os objetos virtuais visualizados neste software são baseados nos conceitos da Geometria Espacial. Podemos ilustrar dessa à forma o potencial que este software possui para a aplicação em áreas educacionais, devido concepção dos objetos virtuais baseados em uma área do conhecimento específica, neste caso a matemática.

Neste sentido, o presente software possui 4(quatro) objetos geométricos virtuais na cena, podendo ser acrescentado um número maior de objetos geométricos. Esses objetos foram modelados na ferramenta Vivaty Studio 1.0. Esta ferramenta possui um alto poder de modelagem, onde o usuário poucas vezes precisa implementar alguma linha de código. Ao término da modelagem, os objetos foram exportados para o formato ".wrl" do VRML. A exportação dos objetos é necessária, pois é preciso executá-lo dentro do ambiente do moodle.

5.2 IMPLEMENTAÇÃO DA INTERFACE DE REALIDADE VIRTUAL

Para a modelagem do menu inferior onde contém os 4(quatro) objetos geométricos trabalhados no software, utilizou-se o software de modelagem Vivaty Studio 1.0. A Figura 12 exibe essa modelagem. O restante da interface foi desenvolvida utilizando-se a linguagem VRML 2.0.

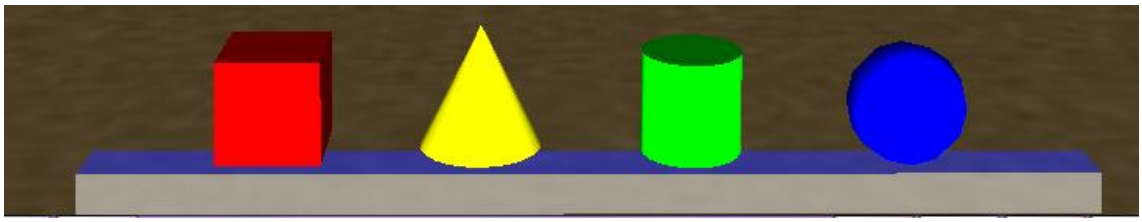


Figura 12 - Objetos geométricos modelados no Vivaty Studio 1.0

No arquivo **menu.wrl** os objetos da Figura anterior possuem ações desenvolvidas em javascript para a chamada dos objetos que correspondem a eles próprios na cena junto com seus respectivos menus interativos. As Figuras abaixo ilustram parte do código em VRML da implementação das chamadas dos objetos na cena.

FUNÇÃO "set_cubo"

```
//função para selecionar no switch o cubo
function set_cubo(t,ts){
 posicao = 1;

 //ativando o switch do vrml (objetos e legenda)
 objetos.whichChoice = posicao;
 legenda.whichChoice = posicao - 1;

 //transparencia
  cubo.transparency = 0.7;

 //colocando transparencia normal para os outros
 esfera.transparency = 0;
 cilindro.transparency = 0;
 cone.transparency = 0;
}
```

Figura 13 - parte da implementação da chamada do objeto CUBO

FUNÇÃO "set_cone"

```
//função para selecionar no switch o cone
    function set_cone(t,ts){
      posicao = 4;

       //ativando o switch do vrml (objetos e legenda)
      objetos.whichChoice = posicao;
      legenda.whichChoice = posicao - 1;

      //transparencia
      cone.transparency = 0.7;

      //colocando transparencia normal para os outros
      esfera.transparency = 0;
      cilindro.transparency = 0;
      cubo.transparency = 0;
    }
```

Figura 14 - parte da implementação da chamada do objeto CONE

FUNÇÃO "set_cilindro"

```
//função para selecionar no switch o cilindro
    function set_cilindro(t,ts){
      posicao = 3;

      //ativando o switch do vrml (objetos e legenda)
      objetos.whichChoice = posicao;
      legenda.whichChoice = posicao - 1;

      //transparencia
       cilindro.transparency = 0.7;

      //colocando transparencia normal para os outros
      esfera.transparency = 0;
      cubo.transparency = 0;
      cone.transparency = 0;
    }
```

Figura 15 - parte da implementação da chamada do objeto CILINDRO.

FUNÇÃO "set_esfera"

```
//função para selecionar no switch a esfera
  function set_esfera(t,ts){
    posicao = 2;

    //ativando o switch do vrml (objetos e legenda)
    objetos.whichChoice = posicao;
    legenda.whichChoice = posicao - 1;

    //transparencia
    esfera.transparency = 0.7;

    //colocando transparencia normal para os outros
    cubo.transparency = 0;
    cilindro.transparency = 0;
    cone.transparency = 0;
  }
```

Figura 16 – parte da implementação da chamada do objeto ESFERA.

5.3 IMPLEMENTAÇÃO DAS INTERAÇÕES VIA MOUSE

Para implementação das interações via mouse, desenvolveu-se funções em JavaScript e VrmlScript as quais possibilitaram a manipulação das transformações geométricas que são: Escala, Translação e Rotação. Essas transformações ocorrem

em tempo real de execução. Destacamos assim as interações implementadas: aumento e redução da escala e transparência dos objetos, translação e rotação do plano de corte, seleção alternada dos objetos na cena e seleção alternada dos menus dos objetos.

5.4 IMPLEMENTAÇÃO DOS MENUS DA INTERFACE DE REALIDADE VIRTUAL

Para a implementação das interações por meio do mouse tornou-se necessário a criação de menus de interface de Realidade Virtual. Esses menus de interação ficam visíveis na cena gráfica da aplicação. A Figura 17 abaixo ilustra o objeto geométrico virtual CUBO e seus respectivos menus.

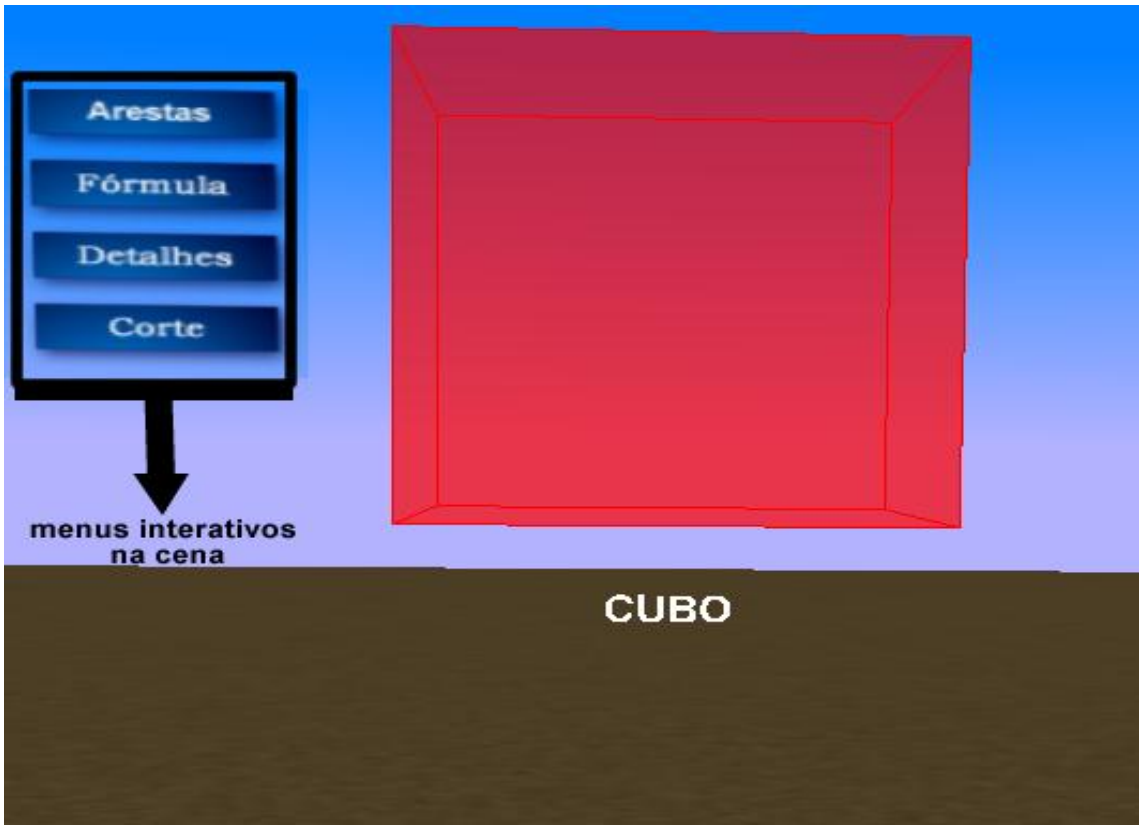


Figura 17 - Esquema dos menus do objeto CUBO na cena gráfica.

Os menus interativos na cena tem a função de modificar a estrutura de visualização do objeto. No caso do primeiro menu, ARESTAS, tem a finalidade de exibir somente as arestas do objeto. O segundo menu, FÓRMULAS, possibilita a exibição das principais fórmulas do objeto. O terceiro menu, DETALHES, exibe um quadro com um pequeno conceito sobre o objeto da cena. E o quarto menu interativo exibe

o plano de corte no objeto, onde nessa área podemos realizar a rotação e translação do plano no objeto. A figura 18 ilustra essa relação.

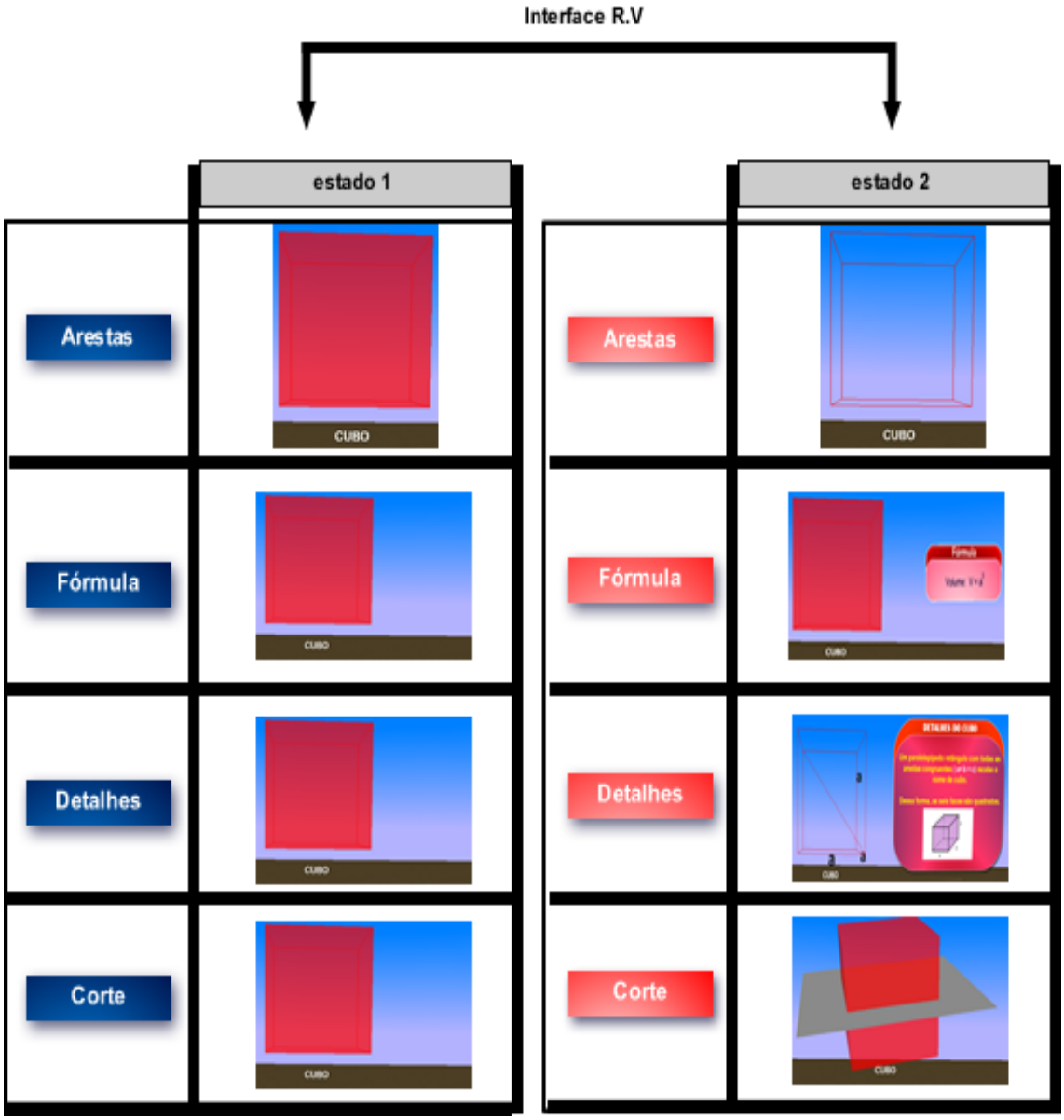


Figura 18 – Relação dos objetos virtuais por menus interativos

Esses menus supracitados aparecem na cena com todos os objetos trabalhados no software. Desta forma, dentro dos arquivos que implementam funções de cada objeto há códigos em VRML para criação dos menus e funções escritas em javascript para interação com esses menus. A Figura 19 ilustra parte dessa implementação.

código que implementa o menu "ARESTA"

```
Group {
      children [
        DEF MenuAresta Transform {
          translation -5.5 4 0.5   ##posicao X Y Z do menu
          children [
            DEF ImgMenuAresta Shape {
                appearance Appearance {
                 material Material {}
                 texture ImageTexture { url "imagens/menu_aresta.png"}
               }
              geometry Box {
                size 1 0.3 .0001
              }
             }

            DEF menu_aresta TouchSensor{}

          ]
        }
      ]
    }
```

função javascript do menu "ARESTA"

```
//função para acionar as arestas do objeto
function menu_opcao01(t,ts){
  v_menu01 = 1;

   //desativando as outras opções
  v_menu02 = -1;
  v_menu03 = -1;
  v_menu04 = 0;
  v_menu05 = 0;

   cubo.transparency = v_menu01;
   opcao_formulas.whichChoice = v_menu02;
  opcao_detalhes.whichChoice = v_menu03;
  opcao_aresta_cubo.whichChoice = v_menu04;
  opcao_cubo.whichChoice = v_menu05;

  //mudando a figura do menu aresta
  opcao_menu_aresta.whichChoice = 1;

  //mudando a figura dos menus abaixo para a posicao normal
  opcao_menu_corte.whichChoice = 0;
  opcao_menu_detalhes.whichChoice = 0;
  opcao_menu_formula.whichChoice = 0;
}
```

ligando o menu com a função através do "ROUTE"

```
ROUTE menu_aresta.touchTime TO script_opcao.menu_opcao01
```

Figura 19 – Código que liga o menu com a função javascript.

6. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

6.1 REQUISITOS MÍNIMOS

Segundo Adams (1994), a Computação Gráfica divide-se, basicamente, em duas áreas: Modelagem e Visualização. A primeira está relacionada com a construção dos objetos, utilizando, para isso, bases Matemáticas. A segunda possibilita-nos uma forma de representação visual dos objetos construídos.

As linguagens de programação para a criação de ambientes de Realidade Virtual têm como objetivo principal a sua visualização em navegadores (Browsers), sendo utilizadas na WWW. Para isso, é necessário o uso de um plug-in adequado instalado em um navegador. Existem hoje, alguns plug-ins de visualização disponíveis, dos quais se destacam os que permitem visualizar os modelos em VRML, em ambiente Windows: BS Contact; Flux Player; Octaga Player; Cortona3D.

Foi utilizado o Cortona3D devido as suas características possibilitarem uma interação de forma fácil e ágil dentro de um contexto cheio de recurso de navegabilidade.

Abaixo são exibidas 2 (duas) imagens disponibilizando as configurações mínimas de hardware e software para executar o software proposto neste trabalho.

Requisíto	Configuração
Processador	pentium de 266 MHz ou superior
Memória Ram	64 MB ou superior
Sistema Operacional	Microsoft Windows 98/ME/2000/xp ou NT 4.0
Vídeo	1024x768, 32 bits ou superior
HD	espaço em disco 40 MB ou superior

Figura 20 – Exibição de configurações mínimas de hardware

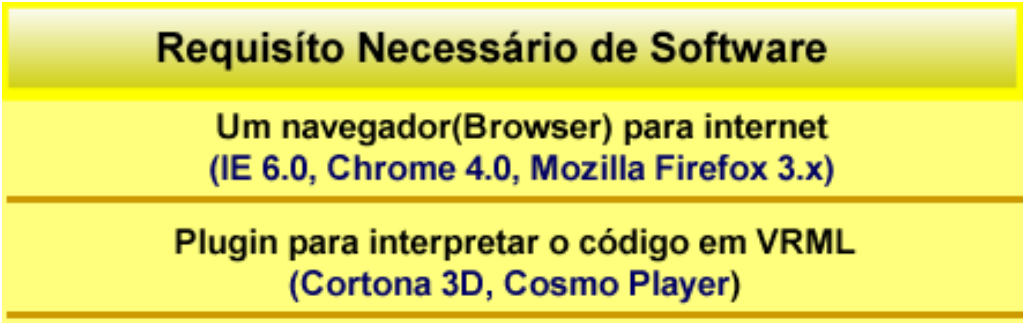


Figura 21– Exibição dos softwares e configurações necessários para exibição do GERVI

6.2 FUNCIONAMENTO DA INTERFACE DE REALIDADE VIRTUAL

A aplicação de Realidade Virtual, GERVI, possui uma barra de menu no formato dos objetos geométricos já citados no Desenvolvimento do Sistema. Cada um desses menus pode, nesta aplicação, chamar outros objetos virtuais na cena juntamente com suas respectivas funcionalidades. Na parte mais inferior da tela há outra barra de menu que exibem informações detalhadas sobre cada objeto na cena. A Figura 22 ilustra a interface do software.

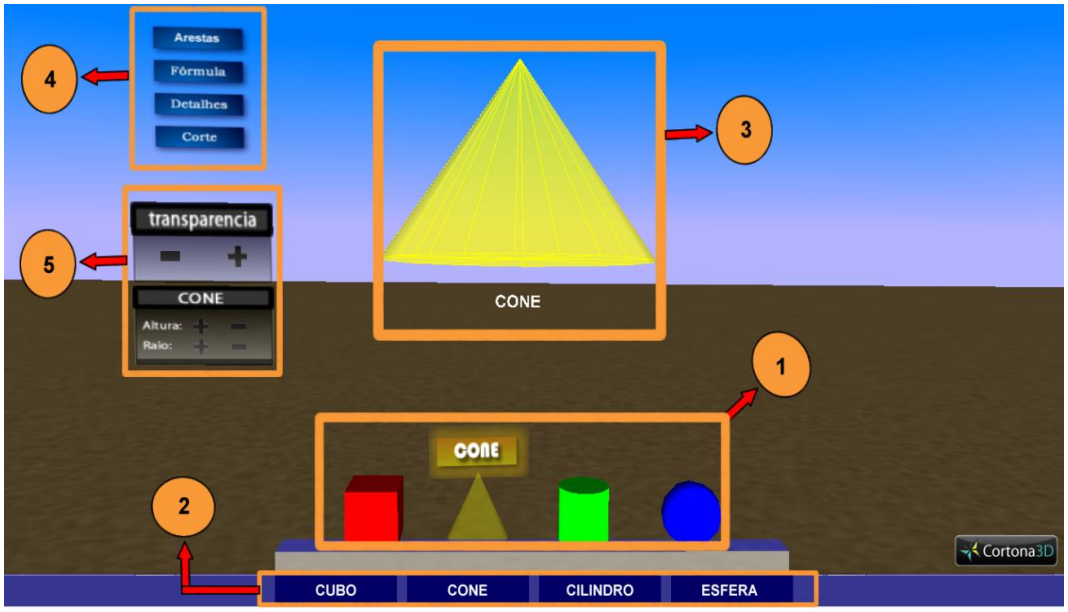


Figura 22 – Interface da Aplicação de Realidade Virtual.

Onde:

1. **Menus Objetos Geométricos –** possuem os formatos dos objetos a serem trabalhados na cena, quando selecionados ficam 70% transparentes e com uma imagem logo acima com o nome do objeto escolhido. Também possuem rotinas que chamam objetos geométricos virtuais maiores na cena.

2. **Menus de Conceitos dos objetos –** possuem links que direcionam o usuário aos conceitos referentes a cada objeto trabalhado no software.

3. **Objeto geométrico Selecionado –** objeto chamado pelo menu CONE da barra de menus geométricos. Onde possui rotinas que possibilitam a interação do usuário com esse objeto podendo o usuário rotacioná-lo em seu próprio eixo.

4. **Menus do objeto selecionado –** possuem rotinas que possibilitam a alteração da forma como esse objeto selecionado irá ser trabalhado pelo usuário.

5. **Opções do Objeto –** objetivam alterar tanto a visibilidade do objeto selecionado (transparência) , como também a sua estrutura física (escala) na cena.

Com a utilização do Mouse, pode-se alternar na escolha de um dos 4(quatro) objetos geométricos virtuais na cena. Assim, ao selecionar um objeto qualquer, um outro objeto semelhante a este selecionado é exibido em um formato maior disposto no centro da tela juntamente com os menus e opções de de manipulação de características. Observe na Figura 22, que o menu objeto geométrico selecionado foi o CONE. A Figura 23 ilustra a exibição de um novo objeto na cena por meio da troca de objetos geométricos virtuais na barra de menu inferior. Assim observa-se que o novo objeto selecionado é o CUBO.

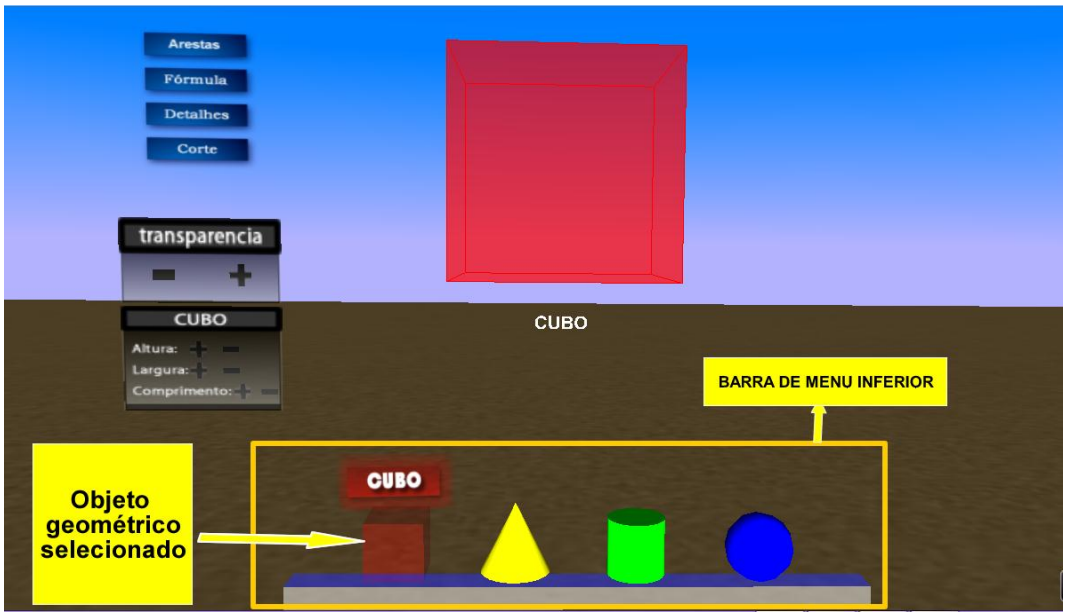


Figura 23 – Interação: selecionando o objeto virtual na barra de menu inferior

Para modificar a forma de trabalha com esse objeto na cena, o usuário deve selecionar um dos menus laterais que aparecem com o objeto. Desta forma, ao selecionar algum dos menus dispostos lateralmente na cena o usuário pode visualizar os recursos disponiveis de cada objeto. As Figuras 24, 25, 26 e 27 ilustram as formas de visualização do objeto na cena depois dos menus selecionados. A Figura 24 exibe a visualização das arestas do objeto geométrico, nesse caso o CILINDRO.

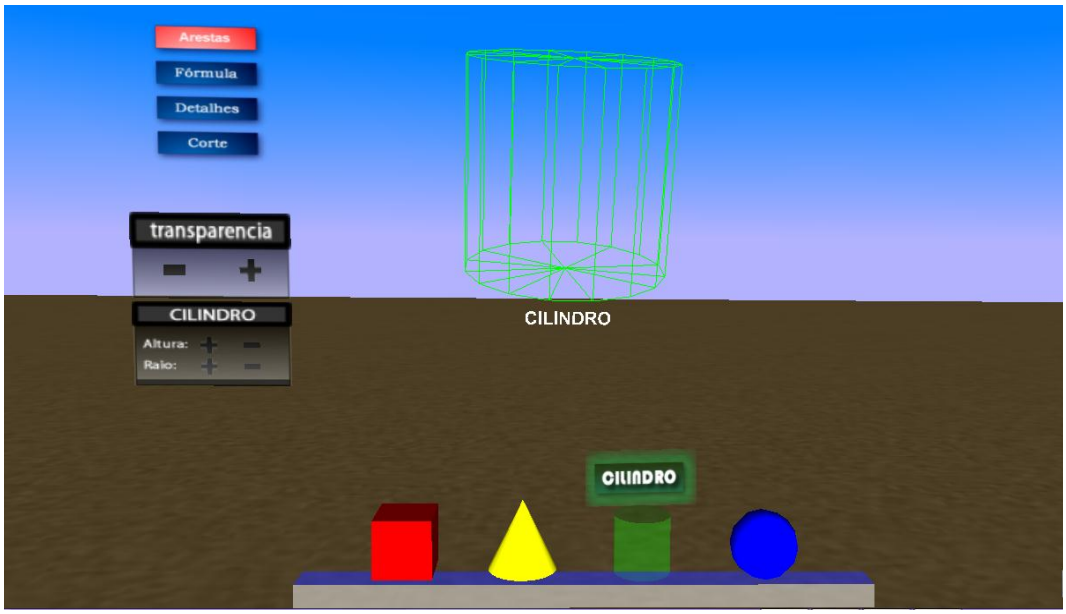


Figura 24 – Exibição das arestas do cilindro

A Figura 25 demonstra a forma de visualização das fórmulas do objeto na cena. Essas fórmulas servem de modelo para os usuários do sofware.

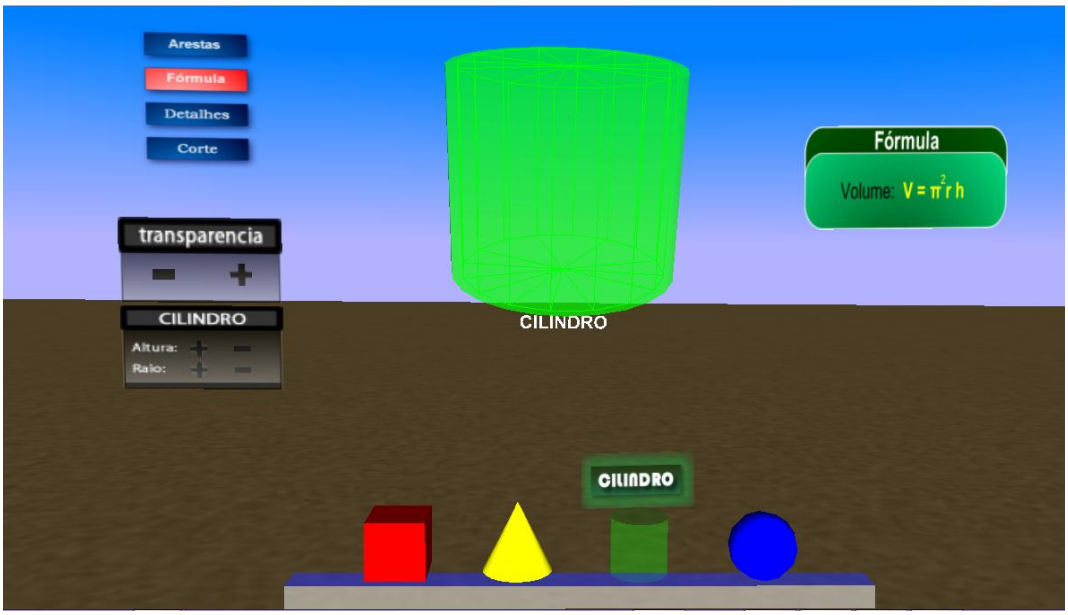


Figura 25 – Exibição das fórmulas do cilindro

Para visualizar o conceito, ou seja os detalhes, do objeto na cena é necessário selecionar o menu DETALHES como mostra a Figura abaixo.

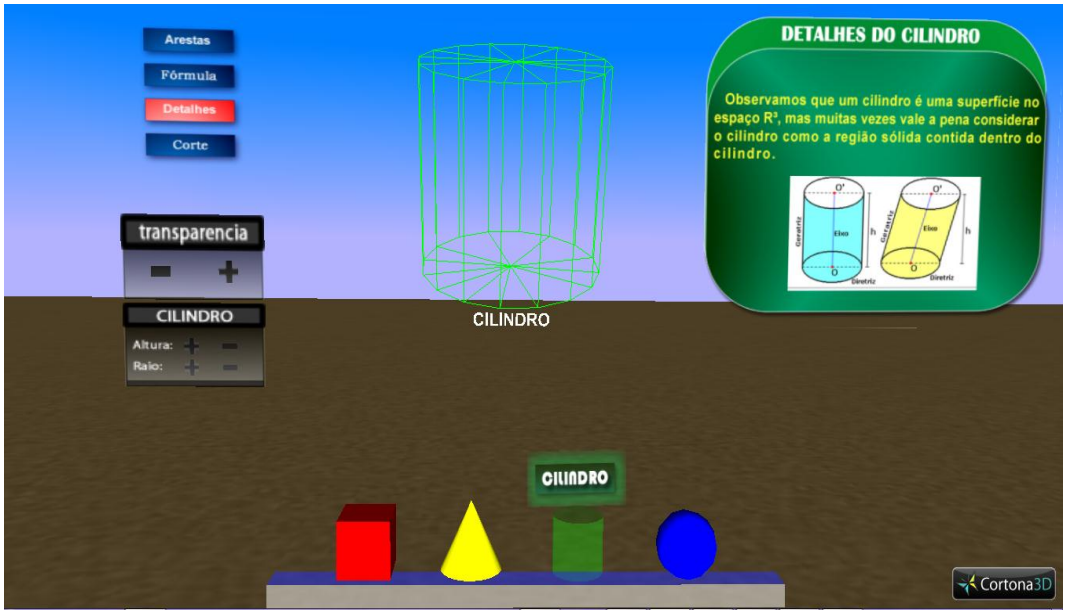


Figura 26 – Visualização dos DETALHES do objeto cilindro.

Outra área que proporciona muita interação do usuário com o objeto na cena é a do plano de corte. Essa área permite que o usuário trabalhe com as chamadas *secções* (corte) em um objeto. Nesta tela também é exibida a barra de TRANSLA-

ÇÃO e ROTAÇÃO nas quais é possível controlar os eixos X e Y do plano de corte. Na parte inferior do lado direito pode-se visualizar o resultado da interseção do Plano de Corte no objeto em formato de plano cartesiano. Desta forma, o usuário iniciar o estudo do círculo, da parábola ou da elipse com recurso desta cena.

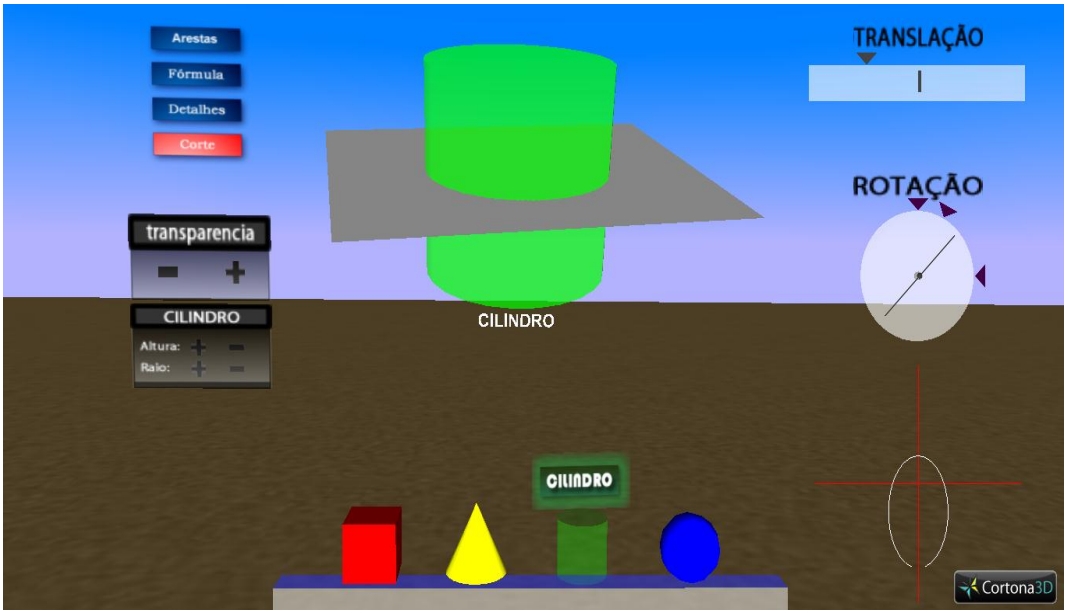


Figura 27 – Plano interseção em um cilindro

O **GERVI** ainda possui outras funcionalidades, são elas:

1. **Transparência** - possui a função de diminuir ou aumentar a nitidez da face do objeto;
2. **Cilindro** - possibilita a transformação das dimensões do objeto.

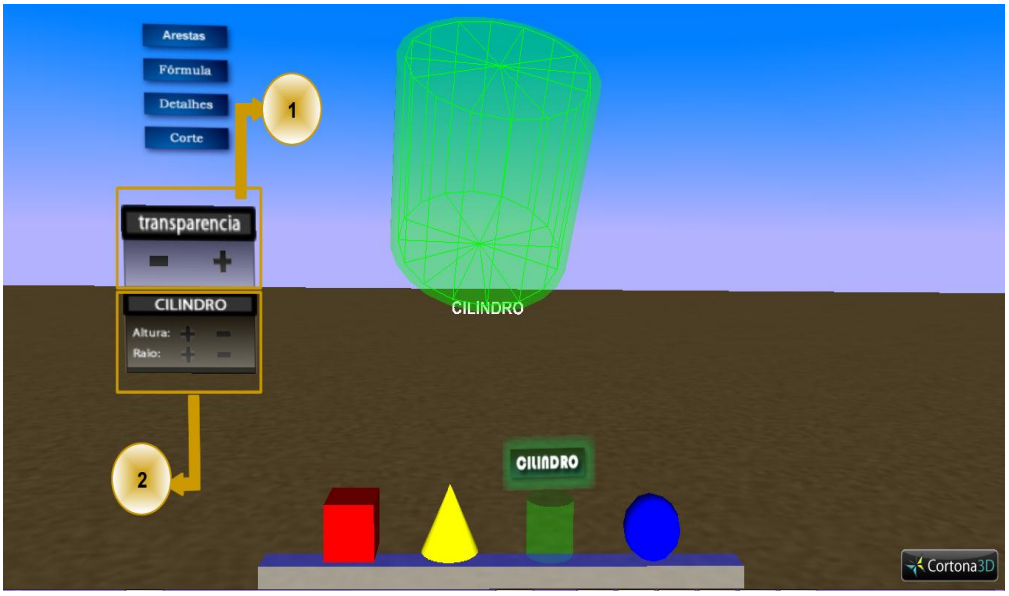


Figura 28 – Outras funcionalidades do software

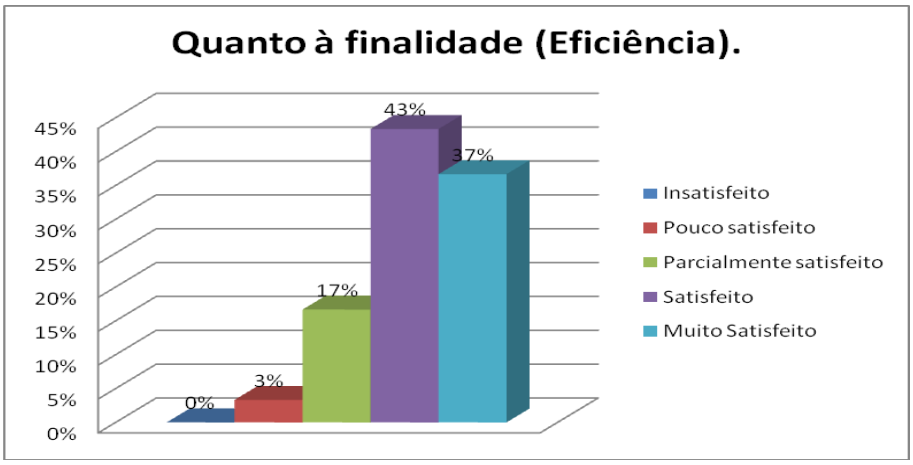
7. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO SISTEMA

O processo de validação do sistema ocorreu da seguinte forma: aplicação de 1(um) questionário com foco no conteúdo tecnológico e pedagógico proposto neste trabalho o qual foi aplicado à 30(trinta) alunos do curso de Licenciatura em Computação da Faculdade Estácio Atual e entrevistas realizadas com 5(cinco) professores do referido curso nas quais foram feitas perguntas pré-selecionadas que permitiu aos professores a chance de expressar opiniões, criticas e elogios em relação ao sistema proposto. O questionário aplicado aos alunos foi divido em 14(quatorze) questões com perguntas fechadas em forma de ***Checklist***.

7.1 QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS

De posse desses dados, tornou-se possível a análise das respostas do questionário aplicado aos alunos, proporcionando assim uma avaliação dos itens abaixo descritos e para todos foi elaborado um gráfico comparativo. Sendo assim o questionário acima descrito encontram-se em anexo nesse trabalho.

I. Quanto à Finalidade (Eficiência):



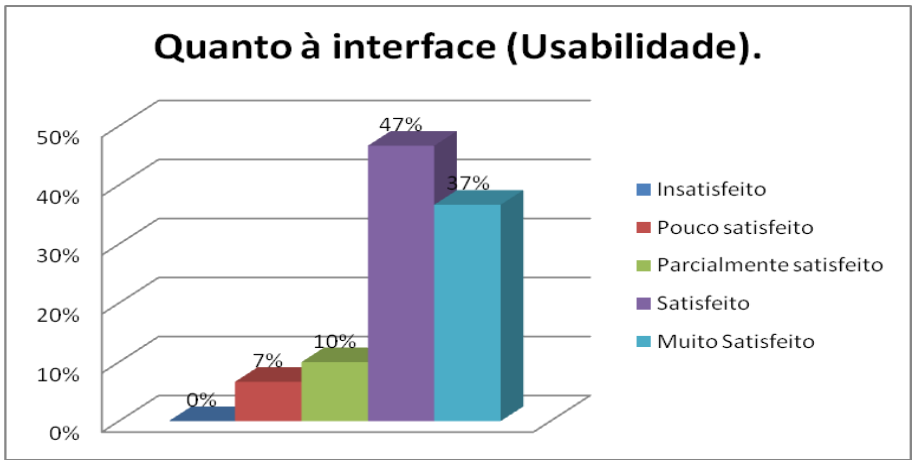
Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 29 - Gráfico: Finalidade (Eficiência)

Conforme pode ser observado neste gráfico a maioria dos alunos entrevistados declaram-se satisfeitos no que diz respeito à finalidade, isso

demonstra que o nível de aceitação por parte dos mesmos em relação ao software é grande.

II. Quanto à Interface (Usabilidade):

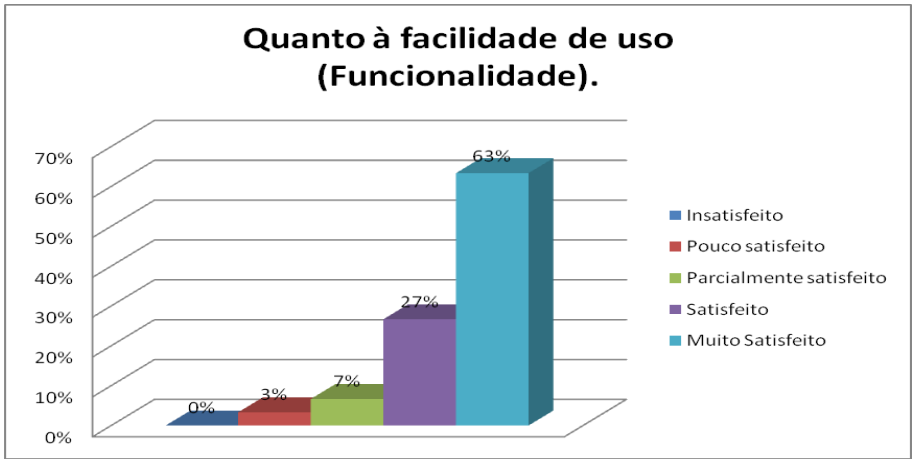


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 30 – Gráfico: Interface (Usabilidade)

Por meio do gráfico representado pela Figura 30, pode-se verificar que a maioria dos alunos entrevistados sentiram-se “satisfeito” ou “muito satisfeito” no que diz respeito à usabilidade proporcionada pela Interface.

III. Quanto à facilidade de uso (Funcionalidade):

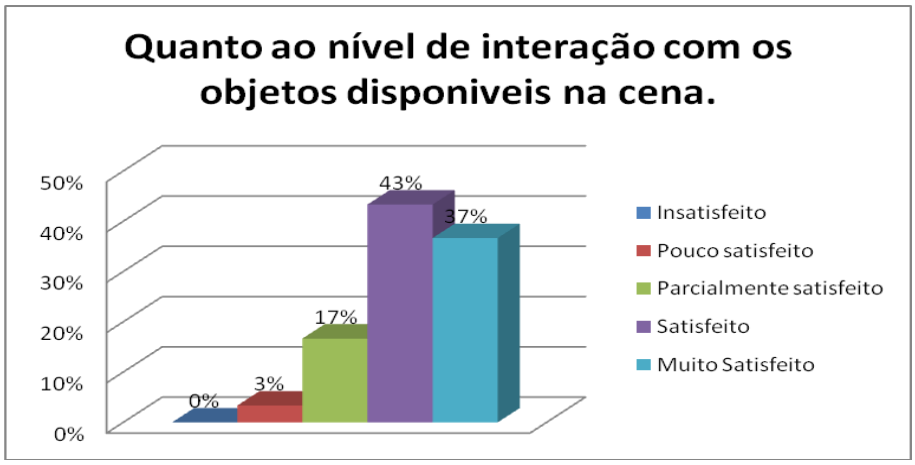


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 31 – Gráfico: Facilidade de Uso (Funcionalidade)

No que diz respeito à Facilidade de Uso é possível visualizar através do gráfico representado pela Figura 31 que 27% dos alunos entrevistados declaram-se satisfeitos e 63% muito satisfeitos, ou seja, segundo esses dados pode-se afirmar que a grande maioria dos entrevistados afirmam que o sistema proposto possui uma boa ou ótima funcionalidade.

IV. Quanto ao nível de interação com os objetos disponíveis na cena:

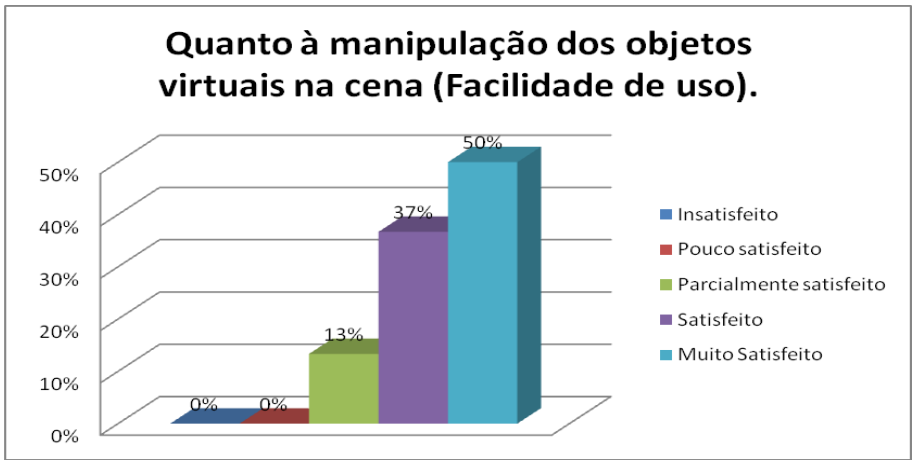


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 32 – Gráfico: Nível de interação com os objetos disponíveis na cena.

No que diz respeito ao nível de interação com os objetos disponíveis na cena 43% declaram-se satisfeitos e 37% muito satisfeitos, sendo assim, pode-se afirmar que em relação a esse quesito houve um grande percentual de aceitação.

V. Quanto à manipulação dos objetos virtuais na cena (Facilidade de uso):

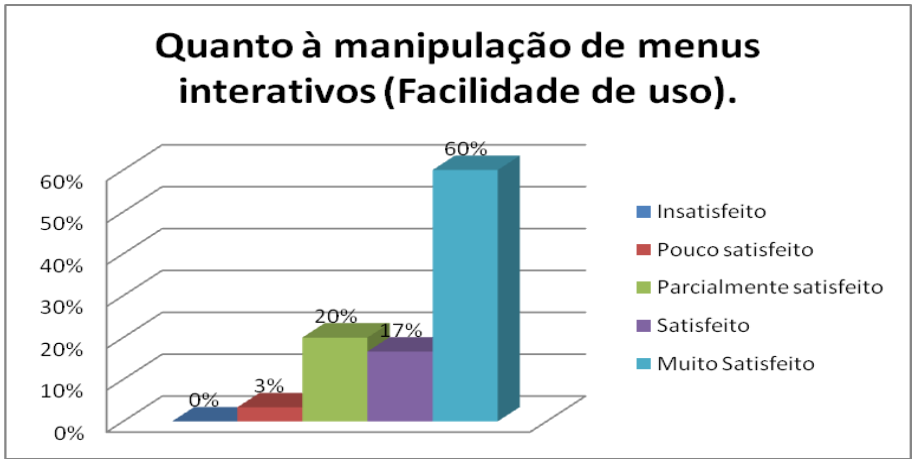


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 33 – Gráfico: Manipulação dos objetos virtuais disponíveis na cena

Pesquisas demonstram por meio do gráfico acima representado pela Figura 33 que 0% dos alunos que responderam ao questionário, declaram-se insatisfeitos no que diz respeito a manipulação dos objetos virtuais disponíveis na cena, 0% pouco satisfeitos, 13% parcialmente satisfeitos, 37% satisfeitos e 50% ficaram muito satisfeitos em relação a esse item.

VI. Quanto à manipulação de menus interativos (Facilidade de uso):

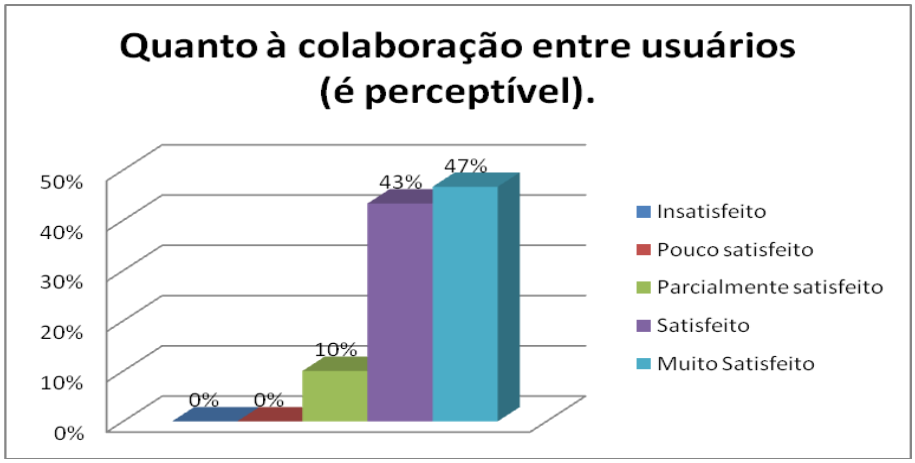


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 34 – Gráfico: Manipulação de menus interativos

Conforme pode ser observado neste gráfico, 17% satisfeitos e 60% ficaram muito satisfeitos em relação a esse item. Contudo pode-se comprovar através de pesquisas que houve uma grande aceitação ao que diz respeito aos menus interativos do software proposto.

VII. Quanto à colaboração entre usuários (é perceptível?):

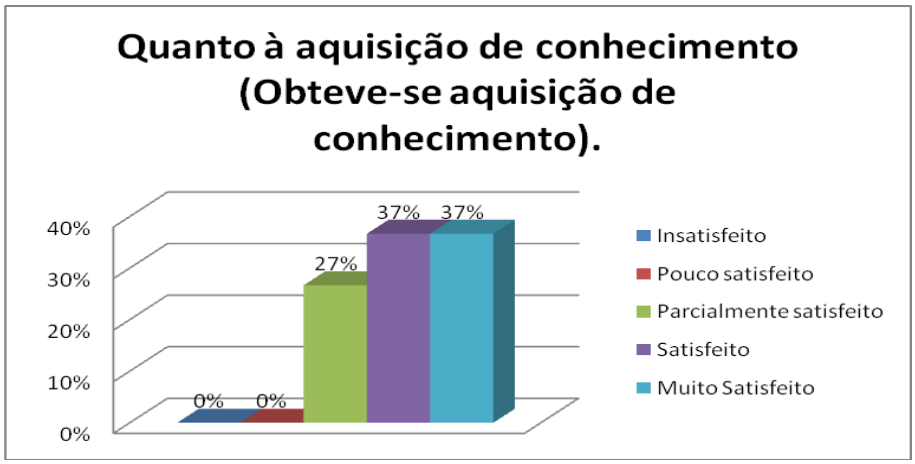


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 35 – Gráfico: Colaboração entre usuário

Neste gráfico 90% dos 30 (trinta) alunos entrevistados, declaram-se satisfeitos ou muito satisfeitos no que diz respeito à colaboração entre usuários, com base nessa pesquisa podemos afirmar que a maioria aprova esse item.

VIII. Quanto à aquisição de conhecimento (Obteve-se aquisição de conhecimento).

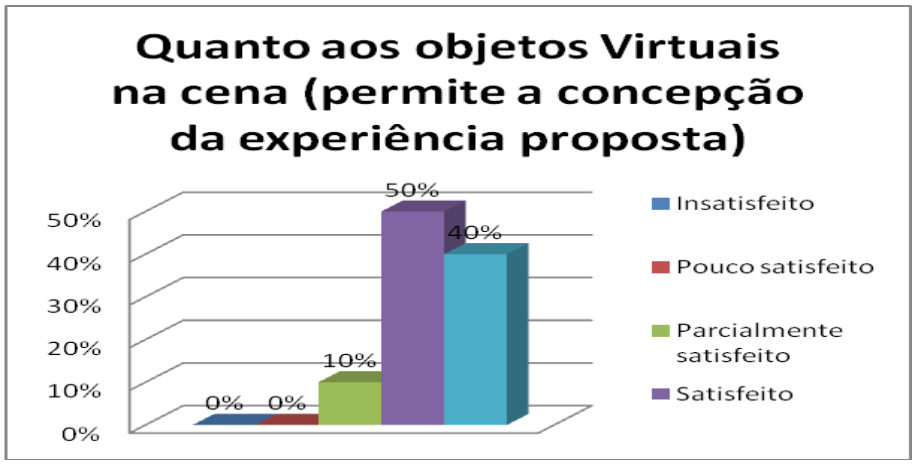


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 36 – Gráfico: Aquisição de conhecimento

No que diz respeito à aquisição de conhecimento pode-se comprovar através de pesquisas, conforme é mostrado no gráfico representado pela Figura 36 que maioria dos alunos entrevistados afirmam estar satisfeitos ou muito satisfeitos em relação há esse item.

IX. Quanto aos objetos Virtuais na cena (permite a concepção da experiência proposta):

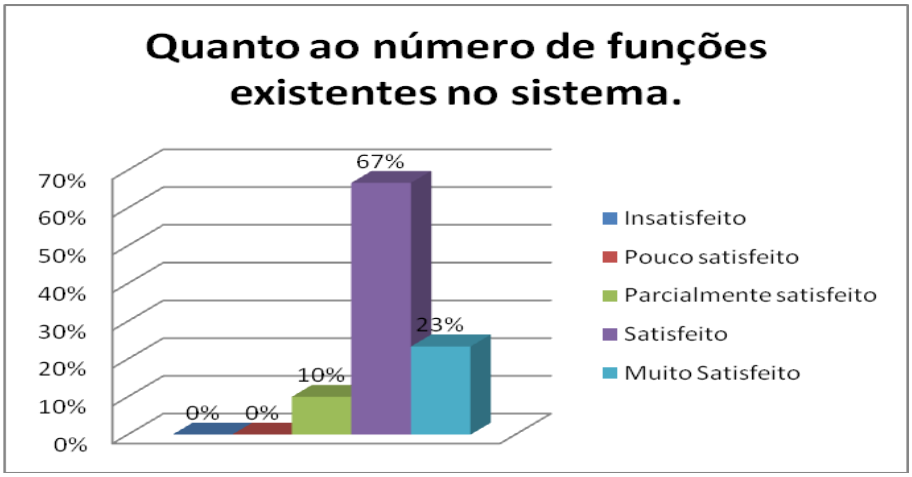


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 37 – Gráfico: Objetos virtuais na cena

Como pode ser observado neste gráfico 0% dos alunos entrevistados declaram-se insatisfeitos no que diz respeito aos objetos virtuais na cena, 0% pouco satisfeitos, 10% parcialmente satisfeitos, 50% satisfeitos e 40% ficaram muito satisfeitos em relação a esse item.

X. Quanto ao número de funções existentes no sistema:

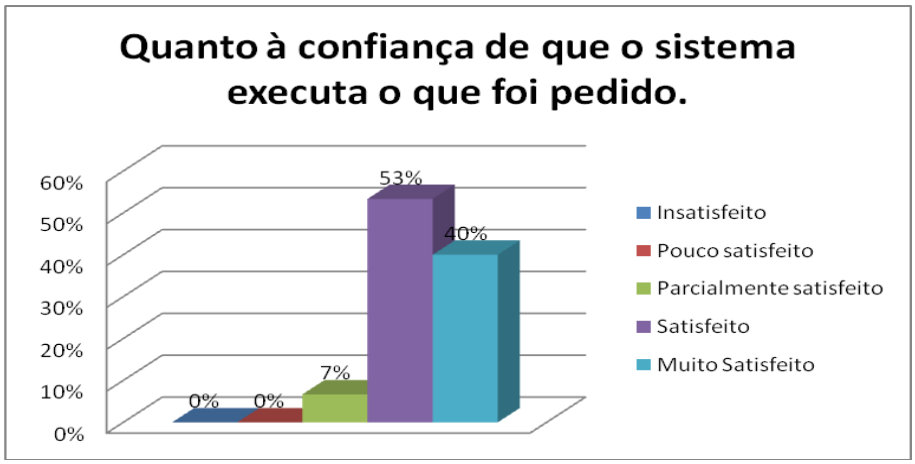


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 38 – Gráfico: Número de funções existentes no sistema

O gráfico acima demonstra que a maioria dos alunos entrevistados afirmaram estar satisfeitos ou muito satisfeitos quanto ao número de funções existentes no sistema, totalizando assim 90% dos 30 (trinta) alunos que participaram da entrevista.

XI. Quanto à confiança de que o sistema executa o que foi pedido:

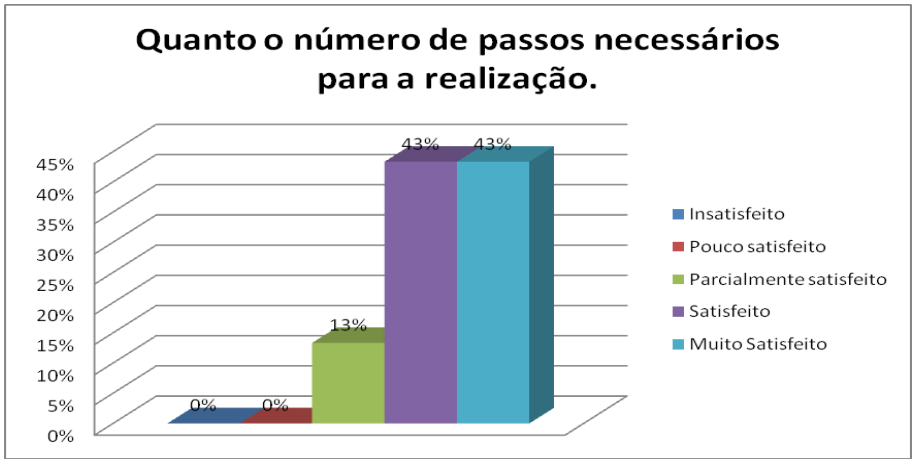


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 39 – Gráfico: Confiança que o sistema executa o que foi pedido

Neste gráfico pode-se ver que 53% dos alunos entrevistados afirmam-se satisfeitos e 40% afirmam muito satisfeitos, sendo assim o nível de satisfação em relação à confiança de que o sistema executa o que foi pedido ultrapassa 90% chegando aos 93% do total entrevistado.

XII. Quanto ao número de passos necessários para a realização:

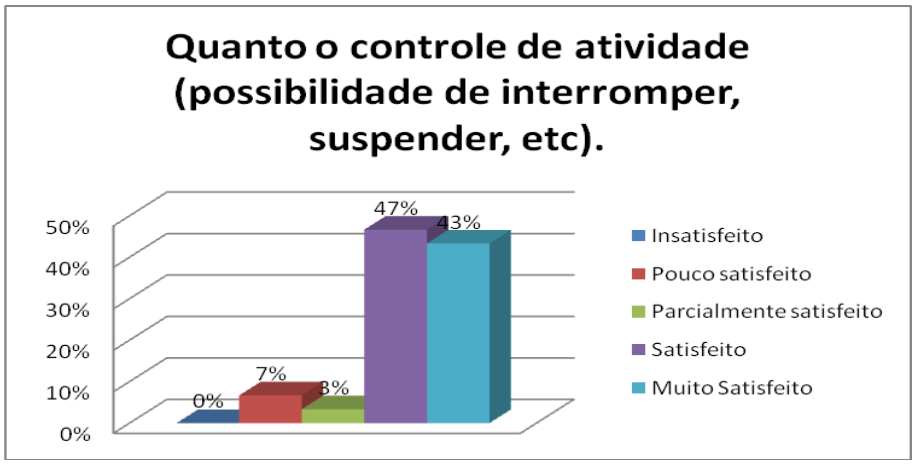


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 40 – Gráfico: Número de passos necessários para a realização

Conforme pode ser observado neste gráfico 0% de 100% dos alunos que responderam ao questionário declaram-se insatisfeitos quanto ao número de passos necessários para a realização, 0% pouco satisfeitos, 13% parcialmente satisfeitos, 43% satisfeitos e 37% ficaram muito satisfeitos em relação a esse item.

XIII. Quanto o controle de atividade (possibilidade de interromper, suspender, etc):

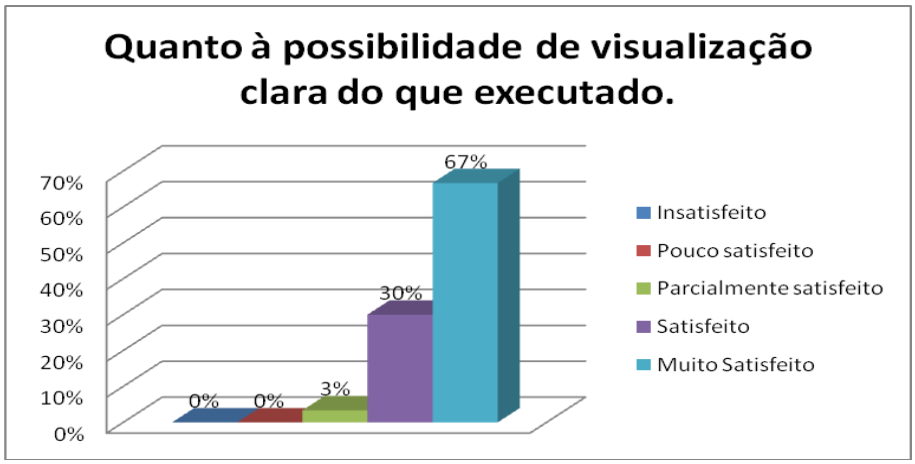


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 41 – Gráfico: Controle de atividade

Como podemos observar no gráfico acima, não houve rejeição ao quesito acima citado, já que o percentual de insatisfação é 0%. Por outro lado, houve um grande número de aceitação, ou seja, 47% declaram-se satisfeitos e 43% declaram-se muito satisfeitos quanto ao controle de atividade do sistema.

XIV. Quanto à possibilidade de visualização clara do que executado:

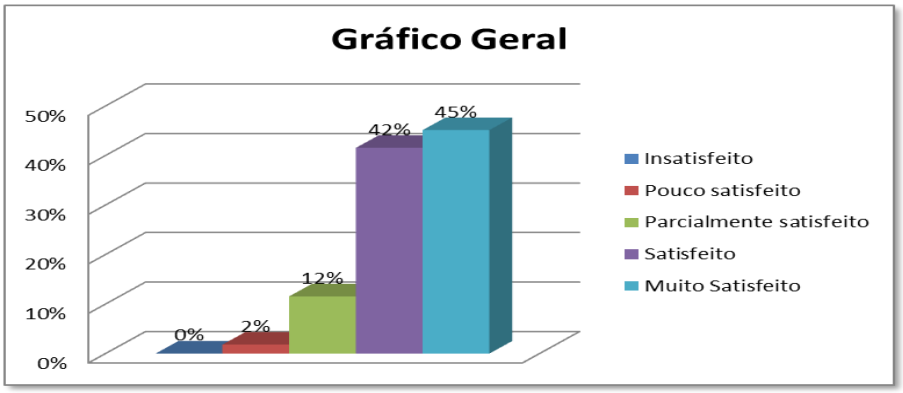


Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 42 – Gráfico: Possibilidade de visualização do que foi executado

Nesse gráfico podemos observar que o item referente à possibilidade de visualização do que foi executado, foi o que teve maior índice de aprovação já que 97% dos alunos entrevistados declaram-se satisfeitos ou muito satisfeitos.

XV. Gráfico Geral do Sistema por meio de questionários aplicados



Fonte: Pesquisa de campo realizada, 2011

Figura 43 – Gráfico: Visão Geral do Sistema

No gráfico da Figura 43 ilustra a visão geral do resultado da aplicação dos questionários. Desta forma, entende-se que por meio destes questionários torna-se

possível afirmar que o software proposto neste trabalho é funcional, podendo ser utilizado como auxílio em salas de aulas e também em conjunto com outras aplicações educacionais, porém, cabe uma análise mais aprofundada das questões pedagógico-educacionais.

7.2 ENTREVISTA REALIZADA COM OS PROFESSORES

Entrevista realizada com os professores do Curso de Licenciatura em Computação da Faculdade Estácio Atual na qual expuseram as suas opiniões respondendo 5 (cinco) perguntas pré-elaboradas, afim de validar o software proposto.

I. Quanto à interface (Usabilidade)?

A maioria concordou que o sistema possui uma interface de fácil interação, pois se utiliza basicamente um navegador e um mouse. Porém, algumas sugestões foram feitas em relação a usabilidade, uma delas foi: acréscimo de um menu de ajuda para auxiliar o usuário na utilização dos objetos disponíveis na cena. Essa sugestão foi aceita e implementada na versão aqui apresentada.

II. Quanto à facilidade de Uso (Funcionalidade)?

Foi constatado que a interface é muito intuitiva não trás nenhuma dificuldade ao usuário, pois todos os menus estão bem acessíveis. Não houve nenhuma sugestão ou reclamação por parte dos professores.

III. Quanto ao nível de Interação com os objetos disponíveis na cena?

Todos concordaram que os objetos em cena são de fácil manuseio, estão bem visíveis na cena e que estão bem posicionados em cena. Assim como na pergunta anterior, não houve alguma sugestão ou reclamação sobre a interação com os objetos na cena.

IV. Quanto à manipulação de menus interativos (Facilidade de Uso)?

A maioria disse que todos os menus estão bem visíveis, com cores destacáveis, são simples e intuitivos. Houve algumas reclamações em relação a falta de flexibilidade dos menus.

V. Quanto à aquisição de conhecimento (obteve-se aquisição de conhecimento)?

O sistema limitou-se a algumas informações dos objetos em cena, porém constatou-se que é possível alguma aquisição de conhecimento. A sugestão da maioria foi o acréscimo de referências sobre o conteúdo disponibilizado para pesquisas futuras dos usuários.

7.3 COMENTÁRIOS NEGATIVOS EM RELAÇÃO AO SOFTWARE

Foram feitos alguns comentários em relação ao plug-in utilizado (Cortona 3D) no qual o professor alegou alguns aspectos negativos relacionado ao seu funcionamento. Também o mesmo relatou que a linguagem VRML não foi a melhor opção para este trabalho, porém, é importante ressaltar que o objeto de estudo não era a linguagem e nem o plug-in e sim a metodologia proposta.

Sendo assim faz-se necessário informar que levar-se-á esses comentários em consideração nos trabalhos futuros.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante esse trabalho, constatou-se que existem diversos softwares de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem da Geometria Espacial. Porém, a maioria proporciona apenas a visualização em 3D de desenhos pedagógicos (Geométricos), sem levar em consideração a forma que esse sistema será disponibilizado.

Neste trabalho é apresentado um software de apoio educacional embasado na teoria da Aprendizagem Significativa, com a utilização da Realidade Virtual permitindo ao usuário manipular objetos virtuais dentro de cenários em tempo real de execução. Foi apresentada também a plataforma Moodle onde a mesma integra o software proposto neste trabalho em seu ambiente.

Deste modo, o trabalho aqui apresentado visou a utilização da tecnologia de Realidade Virtual para proporcionar aos alunos e professores que trabalham com a Geometria Espacial um ambiente interativo, enriquecedor, de fácil utilização. Com isso podemos perceber que há muitas vantagens da sua utilização em salas de aulas.

Devido a sua elevada exigência de abstração, entendemos que o processo de ensino da Geometria não pode ficar nos dias de hoje sem a utilização de meios tecnológicos para o desenvolvimento de seus conceitos na formação dos alunos. Acreditando que o papel e o lápis podem ser limitadores para esse estudo, criamos um modelo que, segundo os próprios alunos é satisfatório, fácil de usar e que facilita o aprendizado.

Neste trabalho foram aplicados questionários a um grupo de 30 (trinta) alunos do Curso de Licenciatura em Computação da Faculdade Estácio Atual e foram 5 (cinco) os professores entrevistados para que pudéssemos obter informações a respeito da aceitação ou rejeição da metodologia proposta.

Com base nesses dados, pode-se concluir que a maioria dos alunos e professores entrevistados afirmaram-se satisfeitos ou muito satisfeitos. Demonstrando assim, que a utilização desse software pode vir a ser implementada

no processo de ensino-aprendizagem, podendo proporcionar grandes melhorias a esse processo.

REFERÊNCIAS

ADAMS, L. **Visualization & Virtual Reality - 3D Programming with Visual Basic for Windows**. New York, WIndcrest/McGrawHill, 1994. .

ARAÚJO, Artur Alex L.; ASSUMPÇÃO, Douglas Junio F. ; ALMEIDA, Joyce Correa A. **Comunicação e tecnologia na educação: A multimídia como ferramenta pedagógica.** Belém, 2009. Artigo Disponível em < *www.intercom.org.br/papers/nacionais/2009/* > Acessado em 25 de outubro de 2010.

BATTAIOLA, André L.; ELIAS, Nassim C. ; DOMINGUES, Rodrigo de Godoy. **Um Software Para Ensino de Conceitos de Computação Gráfica**. São Carlos, 2002. Disponível em < *ww.abed.org.br/.../2002_Software_Ensino_Andre_Battaiola_Chamel_Elias_Rodrigo_Domingues.pdf* > Acessado em 02 de agosto de 2010

BACKER, Paul de. Gestão ambiental: **A Administração Verde** . Rio de Janeiro : Quality Mark, 1995.

BARILI, Elomar C.; CUNHA, Gerson G. **A Tecnologia de Realidade Virtual: Recurso Real para Potencializar a Educação.** Rio de Janeiro, 2009. Disponível em < *www.latec.ufrj.br/revistaeducaonline/vol4_2/2.pdf* > Acessado em 18 de Novembro de 2010.

BEUREN, Ilse Maria. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade : teoria e prática** ; colaboradores LONGARAY, A. A. ; RAUPP, F. M. ; SOUSA, M. A. B. ; COLAUTO, R. D ; PORTON, R. A. B.. São Paulo : Atlas, 2008.

BORGES, et al. Comparando o uso das ferramentas **JAVA, JAVA 3D e VRML no desenvolvimento de um software de apoio ao ensino de Geometria Descritiva. Cuiba**, 2003.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **UML: Guia do Usuário. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.**

BURDEA, G.; COIFFET C, **Virtual Reality technology.** New York, NY: John Wiley and Sons, 2003.

CASTRO, E. ; CASTRO, E**. Representaciones y Modelización. In Rico, L. (Ed.).La educación matemática en la enseñanza secundaria**. Espanha, 1997 : Horsori Editorial.

CARRARA, Ariane. **Aplicação da Realidade Virtual no Ensino Aprendizagem de Conceitos de Matemática** Piracicaba, 2006. Disponível <*www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/.../493.pdf* > Acessado em 16 de Novembro de 2010.

COSTA, Acylena C.; BERMEJO, Ana Priscila B. ; MORAES, **Mônica Suelen de M. Análise de Ensino da Geometria Espacial.** Belém, 2009 Artigo Disponível em < *www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd_egem/.../CC_49.pdf* > Acessado em 25 de Outubro 2010.

CLEMENTS, K. **Visual imagery and school mathematics. In Proceedings of the 5th Annual Conference of MERGA**. Adelaide, 1981. Austrália.

CRUZ, Cristiano C. **A teoria cognitivista de ausubel teoria cognitivista de ausubel.** Disponível em <*Www.Robertexto.Com*> Acessado em 23 de março de 2011.

CUNHA, Daniel M. ; KASA Eduardo M. ; IKEDA Patrícia A. **Corretor automático de exercícios programa para auxílio no ensino à distância.** Saõ Paulo, 2006. TCC Disponível em < *www.linux.ime.usp.br/~cef/mac499.../monografias/* > Acessado em 23 de outubro de 2010.

DIAS, Vasco P. **Dissertação de Mestrado em Comunicação Educacional Multi-média**. Universidade aberta, janeiro de 2009. Disponível em < *ebook-browse.com/a/alexandrina-rosa-dias-pereira*> Acessado em 16 de agosto de 2010.

FOX, D. ; SHADDOCK, P. **Web Publisher's Construction Kit with VRML/Liv 3D: Creating 3D Web Worlds.** Waite Group, 1996.

GIOVANI, José R. BONJORNO, José R. GIOVANI, Ruy Jr. **Matemática Fundamental: uma nova abordagem: ensino médio:** volume único. São Paulo: Ftp, 2002.

GROTTO, Eliane Maria B.; SALLA, Gracieli. **Gestão escolar e as ntics: um olhar sobre a formação tecnológica do gestor.** Disponibilizado em < *www.unioeste.br/.../GESTÃO%20ESCOLAR%20E%20AS%20NTICS.pdf* > Acessado em 16 de Janeiro de 2011.

KALAWSKY, R.S. **Exploring virtual reality techniques in education and training:** Technological Issues. Advanced VR Research Centre, Lough-borough, University of Tecnology, 1993.

KAUFMANN, H. ; SCHMALSTIEG D. . **Designing Immersive Virtual Reality for Geometry Education.** IEEE Virtual Reality. Alexandria, Virginia, USA: IEEE, 2006. **Multimédia**. Universidade Aberta, 2009. Disponível em < *http://repositorioaberto.univ-ab.pt/bitstream/*> Acessado em 21 de Novembro de 2010.

KIRNER, C.; TORI, R**. Introdução a Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-Realidade Virtual.** In. Cláudia Kirner; Romero Tori.(Ed).Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologias e Tendencias. 1ed. São Paulo, 2004.

KUENZER, Acácia. **Ensino Médio: Construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**, 4° ed, São Paulo: Cortez, 2005.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**.ed 6. São Paulo. Ed.ATLAS, 2006.

MENDES, Jorge Luís de S. ; CARVALHO, Janaina Veiga C.; CARVALHO, Carlos Vitor de A. CONSTRUFIG3D: **Uma Ferramenta Computacional para apoio ao ensino da Geometria Plana e Espacial**. Vassouras, 2007. Disponível em < www.cinted.ufrgs.br/ciclo9/artigos/5aJorge.pdf> Acessado em 15 de maio de 2011.

MOREIRA, Marco A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. & Masini, E. F. S**.**, **Aprendizagem Significativa – a teoria de David Ausubel.** São Paulo, Moraes, 1982.

OLIVEIRA, Liliane L. ; VELASCO, Angela D. **O ensino de Geometria nas escolas de nível médio da rede pública de Guaratinguetá.** Guaratinguetá, 2007. Disponível em < *www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/OENSINO.pdf* > Acessado em 30 de Abril de 2011.

OLIVEIRA, Francisco C. et al. **Colaboração em Ambientes Educacionais com Realidade Aumentada.** Piracicaba2008. Disponível em < *seer.ufrgs.br/renote/article/view/14712* > Acessado 14 de setembro de 2010.

PELIZZARI, Adriana et al. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel,** Curitiba Julho de 2003. Disponível em < *www.obrasill.com/teoria-da-aprendizagem-significativa-seg* > Acessado em 01 novembro de 2011.

PONTE, J. P. **As novas tecnologias e a educação**. Lisboa: Texto Editora, 1997.

PRESMEG, N. **Prototypes, metaphors, metonymies and imaginative racionality in high school mathematics.** ***Educational Studies in Mathematics****, 23*, 595-610.

RIBEIRO, Marcos Wagner S. et al**. O Uso de Realidade Virtual na Visualização da Integração de Sistemas Legados com Workflow. Disponível em <** *sites.unisanta.br/wrva/st%5C61161.pdf* **>** Acessado em 19 de agosto de 2010.

ROSA, Paulo da S. **A teoria cognitivista de David Ausubel** . Disponibilizado em < *www.cienciamao.usp.br/.../busca.php?...**Paulo**%20**Ricardo**%20da%20**Silva**%20**Ros*** > Acessado em 25 de fevereiro de 2011.

SABBATINI, Renato E. **Ambiente de Ensino e Aprendizagem via Internet *A Plataforma Moodle.*** Disponível em < *www.ead.edumed.org.br/file.php/1/PlataformaMoodle.pdf* >Acessado em 15 de janeiro de 2011.

SANTANA, PAULO. **A Importância da aplicação prática dos recursos tecnológicos e audiovisuais na matemática.** 2010. Artigo disponível em <*www.webartigos.com*> Acessado em 22 de Outubro de 2010.

SCHULZ, Alessandro P. **Modelagem de exteriores extensos: estudo de caso com "campus virtual do centro de ciências tecnológicas de Joinville.** Disponível em **<** *www2.joinville.udesc.br/~larva/campus/tcc.../tcc_alessandro.pdf* **>**Acessado em 21 de Outubro de 2010.

SILVA, Luciano Perreira. **Associando Realidade Virtual não imersiva e ferramentas cognitivas para o ensino de Física.** Uberlândia, 2006 <*http://www.bdtd.ufu.br*> Acessado em 04 de Novembro de 2010.

SILVA, Wender A. **Ambientes Virtuais baseados em Realidade Virtual, Aumentada e Teorias da aprendizagem como metodologias à aprendizagem cooperativa para resolução de problemas matemáticos:** Pré-Projeto de mestrado. Boa Vista-RR, 2010.

SILVA, Wender A. **Uma arquitetura para distribuição de Ambientes Virtuais de Realidade Aumentada**. Uberlândia, 2008. Disponível em <*http://www.bdtd.ufu.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2028*> Acessado em 31 de Outubro de 2010.

SOUZA, Zuleide F. ; MELO, Tonires S. **Estudando Geometria Espacial.** Campinas Grande, 2005. Disponível em

<*www.ufcg.edu.br/.../Estudando%20a%20Geometria%20espacial.pdf*> Acessado em 30 de Abril de 2011.

VERONA, Viviane A.; LOPES, Maria Regina M. **Aplicação da Geometria Espacial em Ambientes *Diversos. Disponível em*** < *www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2455-8.pdf* > ***Acessado em 16 de fevereiro de 2011.***